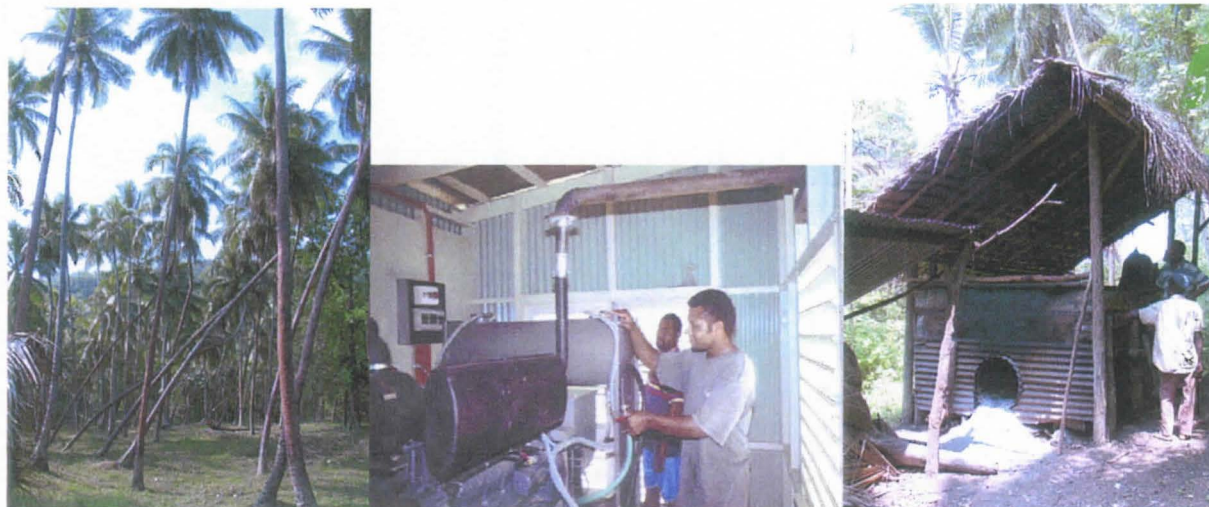


REPUBLIQUE DE VANUATU

Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage, de la Forêt et de la Pêche
Division de l'Agriculture et du Développement Rural
Producers Organization Project II (POP2)



Etude de faisabilité d'un projet de valorisation de l'huile de
coprah à l'échelle villageoise

Le cas de la coopérative « LORY », Nord Santo

Rapport de mission

Vincent RIBIER
Jean-Pierre LABOUISSSE
André ROUZIÈRE
Gilles VAITILINGOM



Sommaire

Personnes rencontrées au cours de la mission

Faisabilité d'un projet de valorisation du coprah comme biocarburant	1
Résumé exécutif	
Plan du rapport.....	7
Positionnement de la question.....	8
Contexte général de l'étude	10
Conclusion	49
Bibliographie.....	51

ANNEXES

Annexe 1 : L'huile de coprah biocarburant : historique, caractéristiques et usage	53
Annexe 2 : Les exemples de coprah biocarburant en Nouvelle Calédonie et Fidji	77
Annexe 3 : Le cocofuel au Vanuatu.....	83
Annexe 4 : Les usages électriques à Port Olry	86
Annexe 5 : Cahier des charges des équipements du projet pour les deux propositions	91
Annexe 6 : Utilisation d'huile de coprah comme combustible dans le projet d'alimentation électrique du village de Port Olry	99
Annexe 7 : Calcul du coût de production de l'huile de coprah et du kWh	102
Annexe 8 : Actions visant à améliorer la qualité du coprah.....	108
Annexe 9 : Relevé des produits vendus à la coopérative de commercialisation de Port Olry	125
Annexe 10 : Actions de diversification sous forme de produits autres que le coprah	126
Annexe 11 : Contenu des formations destinées à renforcer la maîtrise technique des équipements de l'unité opérationnelle.....	131
Annexe 12 : Fonctionnement du Comité Eau de Port Olry.....	136
Annexe 13 : Analyse des cours mondiaux et des prix payés aux producteurs de coprah.....	138

Annexe 14 : Prix indicatifs des matériels	140
Annexe 15 : Description des équipements nécessaires à la production d'huile de coprah et à la fourniture d'électricité	145
Annexe 16 : Modèle macro-économique sur l'utilisation du cocofuel à Port Olry	159

Personnes rencontrées au cours de la mission

Ambassade de France

- Monsieur Jean Garbe, ambassadeur de France
- Monsieur Bernard Sexe, conseiller de coopération
- Monsieur François Japiot, projet POPACA
- Monsieur Laurent Theeteen, projet POPACA Santo

Union Européenne

- Monsieur Costas Tsilogiannis, représentant de l'UE au Vanuatu

Gouvernement du Vanuatu

- Madame Dorosday Kenneth, DARD Port Vila
- Monsieur Philippe Panpan, DARD Luganville
- Monsieur Leo Moli, Energy Unit
- Monsieur Georgy Calo, directeur VCMB

Opérateurs privés

- Monsieur Jacques Nioteau, directeur général MOBIL Vanuatu
- Monsieur Yvonnick Raffin, directeur général UNELCO
- Monsieur Stéphane Garlopeau, directeur agence de Santo UNELCO
- Monsieur Pascal Louvet responsable exploitation électricité UNELCO
- Monsieur Dale Rankin Palmer, directeur général COPV
- Monsieur Sethy Luwi William, directeur général VCCE
- Madame Claire x, directrice CL Agency
- Monsieur Tony Deamer, directeur de Motor Traders Ltd

Port Olry et Lorevulko

- Père Fred Kado, en charge de la Mission Catholique de Port Olry
- Monsieur Louis Tiomé, président de Lorycoop
- Monsieur Mara, vice-président et habitant de Lorevulko
- Madame Georgette Samsen, membre de la coopérative
- Monsieur Jean Claude Karé, membre de la coopérative
- Monsieur Christiano x, membre de la coopérative
- Monsieur Danny X, responsable du Comité Eau
- Monsieur Sébastien Alguet, coprahculteur et pêcheur
- Monsieur Jean Jacques Palo, coprahculteur et pêcheur
- Monsieur Vincent Rete, coprahculteur et éleveur
- Madame Gladys x, responsable de l'Association de femmes de Port Olry

Faisabilité d'un projet de valorisation du coprah comme biocarburant

Résumé exécutif

1. La question posée est celle de la recherche d'une meilleure valorisation du coprah pour des producteurs fortement dépendants de la production cocotière ; cette recherche est ciblée vers l'utilisation de l'huile de coprah comme biocarburant. L'huile de coprah est en effet un combustible qui peut, sous certaines conditions, remplacer le gazole dans le fonctionnement de moteurs de voitures ou de groupes électrogènes destinés à produire de l'électricité. Les conditions géographiques du Vanuatu, un archipel d'îles éloigné des grands axes des échanges internationaux, rendent envisageable une telle utilisation par le double effet d'un renchérissement des coûts d'acheminement du gazole importé dans les îles et d'une baisse du coût d'opportunité du coprah exporté.
2. L'analyse des possibilités de valorisation de l'huile de coprah sous forme de biocarburant est menée ici dans un contexte géographique précis, celui des villages de Port Olry et de Lorevulko, situés au Nord-Est de l'île de Santo. Le choix de la zone de Port Olry et Lorevulko est stratégique à plusieurs titres :
 - Il répond à une demande explicite de la coopérative locale, dont l'existence constitue une condition favorable pour la prise en charge par la population locale des aspects organisationnels liés à la production d'huile et à son utilisation pour la production d'électricité;
 - C'est une zone à fort potentiel de production de coprah et dont l'économie est largement dépendante de cette activité ;
 - La zone est suffisamment éloignée de Luganville pour que le remplacement du gazole par de l'huile de coprah soit économiquement envisageable ;
 - Il existe une importante activité de transport entre Port-Olry et Luganville qui entraîne une consommation de carburant pouvant constituer un débouché pour l'huile carburant ;
 - La solution envisagée pour Port Olry pourrait s'appliquer à de nombreuses zones du Vanuatu se trouvant dans une situation comparable en termes d'éloignement, voire dans une situation plus éloignée ;
3. Le cours mondial du coprah est le plus souvent de l'ordre de 64 à 66 % de celui de l'huile. Ce ratio est très favorable au coprah car, avec un taux d'extraction de l'huile de l'ordre de 60 %, la matière première est mieux valorisée que le produit fini après trituration. Dans ces conditions, et compte tenu des coûts de trituration, il est économiquement peu intéressant de triturer le coprah sur place au Vanuatu pour exporter ensuite l'huile sur le marché mondial. Il n'est donc envisageable de triturer du coprah localement que pour une utilisation sur place et, au vu de la faiblesse des débouchés potentiels tels que l'huile de friture ou la production de savon et dérivés, la principale utilisation locale semble être le biocarburant.
4. L'opportunité économique d'une valorisation du coprah sous forme de biocarburant dépend des prix du gazole et du kWh :

- Le litre de gazole est vendu 114 vatus à Luganville, mais il atteint près de 140 vatus à Port Olry. Les taxes sur les produits pétroliers sont de 26 vatus par litre, auxquels s'ajoute la TVA de 12,5% ;
- Le kWh est vendu par UNELCO au prix de 33,77 vatus hors taxe, soit 38 vatus avec les 12,5% de TVA.

Les antécédents en matière de biocarburant

5. L'idée d'utiliser de l'huile de coprah comme carburant n'est pas nouvelle dans le contexte des îles du Pacifique en général, et du Vanuatu en particulier. Les premières expériences de longue durée dans le Pacifique Sud sont à attribuer à l'IERPS (Institut des Energies Renouvelables du Pacifique Sud) à Tahiti, mais les acquis d'Ouvéa en Nouvelle Calédonie depuis 1995 demeurent la référence dans le Pacifique en termes de fourniture d'électricité à partir d'huile brute de coprah. Plus récemment, le projet coprah biocarburant aux îles Fidji a été concrétisé en 2000 et 2001 par l'installation de groupes électrogènes alimentant des réseaux électriques domestiques.
6. Les premières expériences du Vanuatu en matière de biocarburant coprah remontent au début des années 80. UNELCO a fait fonctionner en 1983 un groupe électrogène de 250 KVA à 100% d'huile de coprah. De nombreuses autres initiatives d'utilisation d'huile de coprah à des fins énergétiques ont vu le jour au cours des années 90 (200 mini-bus fonctionnant à un mélange huile de coprah - gazole, groupe électrogène tournant au cocofuel, utilisation de l'huile de coprah comme combustible de chaudière par le COPV).
7. L'échec de la plupart de ces expériences, véhicules comme groupes électrogènes, est dû à l'utilisation de matériel inadapté : les moteurs, des diesel à injection directe, ont cassé au bout de quelques mois car ils n'étaient pas aptes à utiliser de l'huile de coprah naturelle, en mélange ou non avec du gazole. La casse n'aurait pas eu lieu si les moteurs avaient été du type à injection indirecte. Ces échecs, pourtant faciles à éviter, sont fort dommageables car ils laissent planer un doute dans l'opinion publique du Vanuatu, mais également dans les milieux plus spécialisés, sur la viabilité technique de l'utilisation d'huile de coprah comme biocarburant. Cela est d'autant plus regrettable que les expériences calédoniennes et fidjiennes ont montré depuis maintenant près de 10 ans la fiabilité technique du cocofuel en décrivant clairement le domaine de validité de son utilisation.

Identification des utilisations potentielles

8. Le recensement des utilisations potentielles d'huile de coprah à des fins énergétiques dans la zone de Port Olry et de Lorevulko indique que les différentes demandes d'approvisionnement en électricité devraient être satisfaites avec la fourniture de 3.500 kWh mensuels, et que la consommation d'huile de coprah par les taxis locaux pourrait être comprise entre 30.000 et 50.000 litres annuels si des efforts promotionnels sont entrepris. 35 tonnes de coprah suffisent à produire les 3.500 kWh mensuels et de 60 à 100 tonnes additionnelles sont nécessaires pour produire le cocofuel pour les taxis. Cela signifie que le projet de valorisation du coprah sous forme de biocarburant ne pourra absorber, hors situation d'électrification complète de Port Olry, que de 95 à 135 tonnes de coprah, sur une production locale annuelle estimée entre 1.000 et 1.200 tonnes, soit seulement une petite partie de cette production.
9. Il est illusoire d'espérer pouvoir valoriser l'ensemble du coprah de la zone de Port Olry à des fins énergétiques : même dans le cas de mise en place du projet, la plus grosse partie de la

production locale continuera à être vendue sous forme de coprah aux acheteurs traditionnels. Des actions complémentaires à la seule mise en place de la mini-huilerie devront donc être envisagées dans le cadre du projet, sous peine de n'aborder que trop partiellement le problème initialement posé de valorisation du coprah :

- Actions sur la qualité du coprah
- Actions sur la commercialisation du coprah
- Actions de valorisation de l'huile à des fins autres qu'énergétiques
- Actions de diversification sous forme de produits autres que le coprah
- Interventions agronomiques dans les plantations.

Les propositions pour la mini-huilerie

10. Deux grandes options sont envisageables en matière de valorisation du coprah sous forme énergétique :

- d'une part l'électrification partielle de Port Olry, à hauteur d'une fourniture pouvant aller jusqu'à 3.500 kWh par mois,
- d'autre part la fourniture de biocarburant aux taxis de la zone.

Les différents scénarios techniques envisageables consistent donc en un développement plus ou moins poussé de chacune de ces deux grandes options, dans la limite des besoins précédemment identifiés.

Une troisième option est évoquée ici pour mémoire. Elle envisage l'électrification de tout le village de Port Olry sur la base du projet technique formulé antérieurement par UNELCO.

11. L'unité de transformation proposée est constituée d'une mini-huilerie (ensemble broyeur - presse-broyeur-filtre) et d'un groupe électrogène. Différentes configurations sont envisagées selon la quantité de coprah mobilisée :

- La configuration de base, qui correspond à la seule option d'électrification partielle, est formatée pour traiter de 25 à 45 tonnes de coprah par an ; elle permet de fournir les 3.500 kWh/mois identifiés comme demande potentielle d'électricité sur Port Olry et de produire quelques hectolitres supplémentaires pour une utilisation alimentaire ou cosmétique ;
- La configuration suivante (45-100 tonnes par an) permet de produire en sus de la précédente jusqu'à 30.000 litres d'huile que les taxis pourront utiliser comme carburant ;
- La configuration 100-180 tonnes devient nécessaire si la demande de cocofuel par les taxis dépasse les 30.000 litres par an.

Evaluation économique du projet de transformation

12. L'évaluation économique porte tout d'abord sur l'analyse des coûts de production de l'huile et de l'électricité (kWh). Les coûts de production s'interprètent comme les prix auxquels la coopérative doit vendre sa production finale pour être en mesure d'autofinancer le remplacement des équipements gracieusement mis à disposition par le projet POPACA. Les coûts de production varient beaucoup en fonction de la configuration envisagée :

Coûts de production selon les configurations pour un prix d'achat du coprah de 25.000 vatus/T

	Quantité de coprah trituré	Investissement initial	Coût de production du litre d'huile	Coût de production du kWh
Configuration n°1	25 tonnes/an	8,14 millions de vt	159 vatus/l	69 vatus/kWh
	35 tonnes/an	8,14 millions de vt	130 vatus/l	57 vatus/kWh
Configuration n°2	55 tonnes/an	9,33 millions de vt	104 vatus/l	45 vatus/kWh
	80 tonnes/an	9,33 millions de vt	86 vatus/l	37 vatus/kWh
Configuration n°3	115 tonnes/an	12 millions de vt	75 vatus/l	33 vatus/kWh
	155 tonnes/an	12 millions de vt	66 vatus/l	29 vatus/kWh

13. La combinaison des deux options, à savoir une unité qui triture une quantité suffisante de coprah pour réaliser une électrification partielle de Port Olry et l'approvisionnement des taxis en cocofuel, est bien évidemment beaucoup plus prometteuse que la mise en œuvre d'une seule des deux options, dans la mesure où l'augmentation des quantités de coprah traitées permet d'abaisser les coûts de production à un niveau raisonnable, compatible avec la viabilité économique du projet. Ainsi, le fait de produire de l'huile pour les taxis permet par contre coup d'abaisser le coût de production du kWh.
14. L'autre aspect de l'évaluation économique porte sur les bénéfices attendus par les principaux groupes d'acteurs de Port Olry. Trois types de bénéfices sont envisagés :
 - Les économies réalisées, à volume d'activité constant, par certains types d'agents de Port Olry du fait de la fourniture par le projet de kWh et de litres de cocofuel ;
 - Un effet d'entraînement sur l'activité productive globale au niveau villageois, en offrant de nouvelles opportunités qui n'étaient jusqu'à présent non accessibles et en développant certaines activités déjà existantes, telles que la pêche et la transformation des tubercules ;
 - La mise à disposition de services qui n'existaient pas jusqu'à présent, tel qu'un éclairage public de base et des prises de courant à usage divers, contribuant ainsi à améliorer le bien-être global de la population.
15. Seuls les effets en termes de gains ou de pertes pour différents types d'agents ont été chiffrés à volume d'activité constant. Les bénéfices agrégés au niveau de Port Olry sont estimés à près de 6 millions de vatus par an, dont un tiers sous forme d'économie de carburant, un sixième pour les pêcheurs, un sixième pour les utilisateurs actuels de groupes électrogènes, et seulement un dixième pour les coprahculteurs du fait d'une meilleure valorisation de leur production. On voit donc que les bénéfices attendus de la mise en place d'une unité de transformation du coprah vont bien au-delà de la seule amélioration de la valorisation du coprah pour les producteurs, et que celle-ci ne représente qu'une petite partie des bénéfices attendus.
16. Le projet ne saurait se limiter à la seule mise en place de l'unité de production d'huile et d'électricité. Les différentes actions complémentaires nécessaires au bon fonctionnement du projet sont évoquées dans le rapport. Elles poursuivent des objectifs divers :
 - Actions sur la qualité du coprah : l'amélioration de la qualité du coprah est stratégique, tant pour garantir la qualité de l'huile et le bon fonctionnement du générateur que pour obtenir de meilleures conditions de vente pour le coprah non utilisé sur place ;
 - Actions sur la commercialisation du coprah : les meilleures conditions de vente passent également par l'amélioration des circuits de commercialisation et l'organisation des producteurs en vue de ventes groupées ;

- Actions de valorisation de l'huile à des fins autres qu'énergétiques. De petites quantités de l'huile produite par la mini-huilerie peuvent être valorisées sous d'autres formes que le biocarburant : huile de friture, huile biologique (organic coconut oil), savon, shampoing ;
- Actions de diversification sous forme de produits autres que le coprah : lait, huile vierge, coco rapé, chips de coco, fibres et cordes, charbon de coque et bois de cocotier.

Evaluation des risques

17. La mise en œuvre du projet peut se trouver hypothéquée par l'existence de certains problèmes ou facteurs limitants qui doivent être identifiés afin de réduire les risques d'échec du projet
18. Les risques liés à une méconnaissance du fonctionnement technique de la mini-huilerie : la conduite au quotidien de l'unité demande une connaissance minimale des équipements, afin de s'assurer qu'ils seront utilisés dans de bonnes conditions et qu'ils ne seront pas endommagés prématurément. Le constat fait par la mission qu'il existe une certaine « technicité intégrée » à Port Olry est rassurant à cet égard. Des formations sont toutefois souhaitables, et quatre domaines ont été identifiés comme mesures d'accompagnement dans le cadre du projet.
19. Les risques liés à des problèmes de gestion et d'organisation au sein de la coopérative : POPACA devra veiller à ce que des actions de sensibilisation et de formation soient entreprises sur le thème de l'organisation de la coopérative, de la répartition des rôles de chacun, et surtout de la gestion de la comptabilité (suivi de toutes les opérations nécessitant un maniement d'argent telles que achat du coprah, vente des kWh, vente du cocofuel, achat des pièces de rechange, versement des salaires).
20. Les risques liés au contexte institutionnel et aux relations avec divers partenaires potentiels : il est très important de mener une campagne d'information sur les causes des échecs passés du cocofuel au Vanuatu pour emporter l'adhésion d'acteurs clés tels que les propriétaires des taxis de Port Olry. Par ailleurs, de nombreux cas de dégradation rapide d'équipements sont dus au fait que divers acteurs interviennent sans qu'un propriétaire ait été clairement désigné pour en fixer les règles d'utilisation et de maintenance. De ce fait, il est capital que POPACA définisse le plus explicitement possible à qui appartiendront les différents équipements et comment se fera la maintenance.
21. Les risques sur la viabilité économique de la mini-huilerie. La mise en œuvre simultanée de l'électrification partielle et de la fourniture de cocofuel aux taxis constituant à l'évidence le scénario le plus souhaitable pour des raisons d'économies d'échelle, il est impératif d'emporter l'adhésion des taxis. Cela suppose quelques pré requis :
 - Une campagne d'information sur les raisons des échecs passés ;
 - Une explication des conditions d'utilisation du cocofuel dans les véhicules ;
 - L'installation des kits d'adaptation sur les véhicules candidats ;
 - Le financement, ou le préfinancement, des kits d'adaptation par POPACA ;
 - La non concurrence du COPV dans la fourniture de cocofuel.
22. La sensibilité des résultats au prix du coprah. Il faut s'assurer que l'augmentation du prix du coprah à Port Olry n'ait pas de répercussion trop important sur les coûts de production. De fait, l'incidence du prix d'achat du coprah sur les coûts de production est forte : une fluctuation du prix du coprah de 20 à 34 vatus fait passer le coût de production du litre d'huile de 64 à 91 vatus dans le cas où l'unité produit 120 tonnes, et de 56 à 83 vatus dans le

cas où cette production atteint 160 tonnes. Ces chiffres montrent qu'une flambée des cours du coprah diminuerait certes l'attrait d'une substitution du gazole par l'huile de coprah, mais ne remettrait pas totalement en cause l'intérêt d'une telle substitution. Et cela d'autant plus que l'on parle ici de prix d'achat par la coopérative à Port Olry : il faut déduire environ 6 vatus/kg au prix d'achat par COPV pour l'acheminement du coprah de Port Olry à Luganville, puisque l'achat effectué par COPV se fait sur le site de l'huilerie, à Luganville.

Conclusion

23. Il apparaît, au regard de ces différents éléments, qu'un projet absorbant de 100 à 180 tonnes de coprah par an est envisageable dans les conditions actuelles. Sous les différentes hypothèses et conditions d'accompagnement évoquées antérieurement, le projet présente de bonnes conditions de viabilité économique, même en cas de hausse importante du cours du coprah : selon les scénarios, les coûts de production de l'huile sont compris entre 55 et 80 vatus/litre, pour un prix du litre de gazole de 115 vatus à Luganville et de 140 vatus à Port Olry, tandis que le coût de production du kWh serait compris entre 25 et 35 vatus.
24. L'intérêt du projet de mini-huilerie réside certes dans la valorisation des 150 tonnes de coprah utilisables par la coopérative, au bénéfice des coprahculteurs qui livreront une partie de leur production à la mini-huilerie, mais il réside aussi dans la dynamisation de toute l'activité villageoise. Trois types d'effets sont envisagés :
- Les économies réalisées, à volume d'activité constant, par certains types d'agents de Port Olry du fait de la fourniture par le projet d'énergie électrique et de cocofuel ;
 - Un effet d'entraînement sur l'activité productive globale au niveau villageois, en offrant de nouvelles opportunités qui étaient jusqu'à présent inaccessibles et en développant certaines activités déjà existantes, telles que la pêche et la transformation des tubercules ;
 - La mise à disposition de services qui n'existaient pas jusqu'à présent, tel qu'un éclairage public de base et des prises de courant à usage divers, contribuant ainsi à améliorer le bien-être global de la population.

• Plan du Rapport

Positionnement de la question

- la recherche d'une meilleure valorisation du coprah
- en explorant la piste du biocarburant
- une question posée dans un contexte géographique spécifique : le Nord de l'île de Santo (Port Olry et Lorevulko)

Contexte général de l'étude

- le contexte macroéconomique du coprah au Vanuatu
- des expériences de biocarburant en demi-teinte au Vanuatu, mais de réelles possibilités
- Port Olry, une zone à fort potentiel de production de coprah
- identification des demandes d'énergie et des possibilités d'utilisation de cocofuel sur Port Olry

Description du projet

- description des différents scénarios techniques
- chiffrage des coûts et bénéfices attendus
- description des actions complémentaires destinées à valoriser la production
 - o actions sur la qualité du coprah
 - o actions sur la commercialisation du coprah
 - o actions de valorisation de l'huile à des fins autres qu'énergétiques
 - o actions de diversification sous forme de produits autres que le coprah
- les interventions agronomiques dans les plantations

Analyse des risques du projet

- Les risques liés à une méconnaissance du fonctionnement technique de la mini-huilerie
- Les risques liés à des problèmes de gestion et d'organisation au sein de la coopérative
- Les risques liés au contexte institutionnel et aux relations avec divers partenaires potentiels
- L'incidence d'une hausse du prix du coprah sur la viabilité économique de la mini huilerie

Conclusion

- intérêt d'un projet « coco-fuel » à Port Olry : dynamisation de toute l'activité villageoise
- une expérience pilote dans un site bien choisi, conçue par étapes et permettant d'envisager de la reproduire ailleurs en cas de succès

I. Positionnement de la question

La recherche d'une meilleure valorisation du coprah

1. La question posée est celle de la recherche d'une meilleure valorisation du coprah pour des producteurs fortement dépendants économiquement de la production cocotière. La faiblesse persistante des cours mondiaux du coprah sur le long terme, accompagnée d'une baisse tendancielle du pouvoir d'achat du coprah, amènent à s'interroger sur la nature des actions qui pourraient permettre aux coprahculteurs de préserver leurs revenus.

.... sous forme de biocarburant

2. Cette recherche d'une meilleure valorisation du coprah est ciblée, dans le cas présent, vers l'utilisation de l'huile de coprah comme biocarburant. L'huile de coprah est en effet un combustible qui a fait ses preuves et qui peut remplacer le gazole dans le fonctionnement de moteurs de voitures ou de groupes électrogènes destinés à produire de l'électricité. Les conditions géographiques du Vanuatu, un archipel d'îles éloigné des grands axes des échanges internationaux, rendent envisageable l'utilisation de l'huile de coprah comme biocarburant par le double effet d'un renchérissement des coûts d'acheminement du gazole importé dans les îles et d'une baisse du coût d'opportunité du coprah exporté du fait de l'importance des coûts de transport pour mettre le coprah sur le marché international. Le Vanuatu, comme les autres Etats du Pacifique, possède une importante production cocotière, mais avec la caractéristique spécifique de voir cette production éclatée dans diverses îles, et notamment Santo/Malo, Malakula, Ambrym, Ambae/Maewo et Banks/Torres.
3. L'utilisation d'huile de coprah comme biocarburant dans ces conditions insulaires spécifiques est généralement perçue par les acteurs politiques comme susceptible de générer une dynamique de développement local à plusieurs niveaux : i) tout d'abord en assurant un débouché pour la production locale à un prix satisfaisant, ii) ensuite en permettant un accès à l'électricité pour des populations qui n'en disposaient pas jusqu'alors, et enfin iii) en rendant possible grâce à l'électricité le développement de nouvelles activités productives génératrices de revenu. C'est dans cet esprit qu'une première requête avait été formulée en 1994 par le Premier Ministre de l'époque, Monsieur Maxim Carlot, portant sur la mise en place d'unités de production d'électricité à partir d'huile de coprah pour les îles de Santo, d'Epi, et de Malicolo. Une mission d'experts (CPS/CIRAD/PIL), financée par l'AFD¹, avait alors évalué « les possibilités d'implantation d'huileries de coprah pour la production d'énergie électrique en milieu rural par la substitution du gazole par de l'huile de coprah brute dans les générateurs ». La mission de 1994 n'avait toutefois débouché sur aucune réalisation concrète, alors que le démarrage d'une opération du même type avait été annoncé en Nouvelle Calédonie. Les objets de cette dernière étaient précisément de vérifier la viabilité technique de ces solutions et d'apporter des informations économiques avérées avant deux ans.

.... dans le contexte géographique du Nord-Est de l'île de Santo

4. L'analyse des possibilités de valorisation de l'huile de coprah sous forme de biocarburant est menée ici dans un contexte géographique précis, celui des villages de Port Olry et de Lorevulko, situés au Nord-Est de l'île de Santo. Un certain nombre de villageois de cette zone

¹ Agence Française de Développement ex CFD.

se sont regroupés dans une coopérative de production, la coopérative « LORY », sous l'impulsion du projet POPACA. Le choix de la zone de Port Olry et Lorevulko est stratégique à plusieurs titres :

- Il répond à une demande explicite de la coopérative LORY qui, lors du premier séminaire de planification en avril 2002, a formulé comme priorité n°2 un projet d'appui à la production/valorisation du coprah ;
- C'est une zone à fort potentiel de production de coprah et dont l'économie est largement dépendante de cette activité ;
- La zone est suffisamment éloignée de Luganville, lieu de regroupement du coprah en vue de sa transformation en huile ou de son exportation en brut, pour que le remplacement du gazole par de l'huile de coprah soit économiquement envisageable ;
- Il existe une importante activité de transport entre Port-Olry et Luganville (transport de passagers, coprah, produits de la pêche, marché, approvisionnement des « stalls ») qui pourrait constituer un débouché pour l'huile carburant ;
- La solution envisagée pour Port Olry pourrait s'appliquer à de nombreuses zones du Vanuatu se trouvant dans une situation comparable en termes d'éloignement, voire dans une situation plus éloignée ;
- L'existence d'une coopérative sur Port Olry et Lorevulko est une condition favorable pour la prise en charge par la population locale des aspects organisationnels liés à la production d'huile et à son utilisation pour la production d'électricité.

II. Contexte général de l'étude

II.1. Le contexte macroéconomique du coprah au Vanuatu

5. La balance commerciale du Vanuatu est structurellement très déficitaire. Les exportations ne représentent qu'une faible part des importations et, de plus, cette part est en diminution depuis le milieu des années 90 : après avoir couvert environ 30% des importations dans les années 90, les exportations ne représentaient plus que 25% des importations en 2001, et cette part est encore tombée à 22% en 2002².
6. Le coprah demeure central dans les exportations du Vanuatu, malgré une perte d'importance ces dernières années : alors qu'il représentait de l'ordre de 45% de la valeur des exportations dans les années 90, le coprah ne représente plus en 2001 et 2002 que 30% des exportations. Par ailleurs, alors que seul le coprah était exporté au cours des années 90, les exportations sous forme d'huile ont démarré en 2000 pour dépasser en valeur celles de coprah en 2002 : les 30% d'exportations de coprah en 2002 se décomposent en effet en 8% d'exportations sous forme de coprah proprement dit et en 22% sous forme d'huile. Cela s'explique par la montée en puissance de l'activité de la COPV, huilerie installée à Luganville, qui a démarré son activité de trituration du coprah en 2000, et a exporté près de 10.000 tonnes d'huile en 2002.
7. Les circuits de commercialisation du coprah ont été profondément modifiés par la suppression récente du monopole d'exportation qu'exerçait jusqu'alors le VCMB, le Vanuatu Commodity Marketing Board. Des licences d'exportation ont été vendues à quelques opérateurs privés, moyennant le paiement au VCMB d'une redevance de 6 US\$ par tonne de coprah exporté. De plus, le VCMB a également cessé de verser la « zone allowance », sorte de prime d'éloignement, à partir de février 2003. La suppression du monopole d'exportation a certes établi un certain niveau de concurrence entre opérateurs, mais les options restent toutefois peu nombreuses pour les producteurs cherchant à vendre leur production.
 - Le principal acheteur en 2002 était le COPV (Coconut Oil Production Vanuatu). Cette huilerie a une capacité de trituration de plus de 40.000 tonnes par an, c'est-à-dire qu'elle est en mesure d'absorber toute la production de coprah du Vanuatu. La COPV a acheté environ 20.000 tonnes de coprah en 2002, mais elle a été confrontée à la vive concurrence du VCCE en 2003, ainsi qu'à de graves difficultés de trésorerie qui ont provoqué l'arrêt fréquent de ses achats.
 - Le VCCE (Vanuatu Copra and Cocoa Exporters Ltd) est un nouvel opérateur sur le marché du coprah. Son directeur est un ancien dirigeant du VCMB. Il a démarré son activité début 2003. Il exporte du coprah, mais aussi d'autres produits tels que le cacao. Le VCCE a effectué un premier envoi d'environ 1.000 tonnes en mai 2003 et un second de 3.000 tonnes en octobre 2003³.
 - CL Agency est un troisième opérateur du marché du coprah. Il se consacre à l'achat de coprah vert, pour le sécher lui-même dans des séchoirs à air chaud. Il obtient ainsi un coprah de bonne qualité, ce qui lui permet de bénéficier d'une prime lors de sa vente. CL

² Indicateurs Statistiques Annuels, 2002, Bureau National de la Statistique, République du Vanuatu.

³ Les 3.000 tonnes ont été expédiées au Bangladesh, pour un coût de transport de 60 US \$ la tonne.

Agency vend son coprah soit au COPV ou au VCCE, soit directement sur le marché international selon les opportunités.

8. Ces différentes évolutions récentes du marché du coprah au Vanuatu amènent les commentaires suivants :

- Les deux principaux acheteurs de coprah, COPV et VCCE, pratiquent des prix d'achat assez voisins, qui correspondent à environ 60-70% du cours mondial CAF (voir l'annexe 13 à ce sujet). La différence de prix entre acheteurs est au maximum de 1.000 vatus par tonne, et elle compte moins aux yeux des producteurs que les éventuelles réfections opérées pour impuretés ou humidité excessive, et surtout que les modalités de paiement. A cet égard, les producteurs de Port Olry semblent avoir une préférence pour le COPV qui a la réputation de payer dès livraison du coprah. CL agency intervient très peu sur la zone de Port Olry : certains producteurs vendent certes leur coprah en vert, mais ils le font alors à leurs voisins qui disposent d'un séchoir.
- Les divers opérateurs sont dans une situation différente du fait de la nature de leurs activités : le COPV triture le coprah sur place et exporte de l'huile, alors que les autres opérateurs exportent directement le coprah. Le ratio entre le prix mondial du coprah et le prix mondial de l'huile de coprah, de l'ordre de 65% (cf. annexe 13), est très favorable au coprah et rend l'opération de trituration peu rentable. Le COPV ne retire donc que peu d'avantages du fait de son activité de transformation, alors même qu'il dispose de surcapacités de trituration évidentes au regard de son activité effective. Il n'a trituré que 20.000 tonnes de coprah en 2002, probablement beaucoup moins en 2003, alors que l'huilerie est dimensionnée pour traiter plus de 40.000 tonnes par an. Ces différents éléments placent le COPV dans une position de faiblesse vis-à-vis des autres opérateurs dans la compétition pour l'achat du coprah : le COPV doit impérativement récupérer le maximum de coprah pour rentabiliser ses installations, alors que le VCCE et CL Agency n'ont pas cette contrainte, et peuvent diminuer leurs achats sans hypothéquer leur rentabilité.
- La suppression de la « zone allowance » est un coup dur pour les producteurs de coprah des zones éloignées, car ils disposaient jusqu'alors d'une prime d'éloignement qui compensait au moins partiellement le désavantage structurel de l'éloignement géographique. Selon toute vraisemblance, la suppression de la « zone allowance » devrait provoquer une baisse de la production des îles les plus éloignées de Luganville. Ces îles isolées devraient alors être la cible prioritaire de programmes de valorisation du coprah sous forme de biocarburant si l'opération pilote de Port Olry et Lorevulko s'avérait concluante.

9. Le ratio du cours mondial du coprah sur le cours mondial de l'huile oscille entre 61 et 69 %, mais le plus souvent dans la bande beaucoup plus étroite 64-66 %. Ce ratio est très favorable au coprah car, avec un taux d'extraction de l'huile de l'ordre de 60 %, la matière première est mieux valorisée que le produit fini après trituration. Cette prime au coprah s'explique i) par sa rareté sur le marché mondial⁴, ii) par le fait que les coûts de transport pour la mise à CAF sont moins élevés pour l'huile que pour l'équivalent coprah de cette huile, iii) mais aussi par le fait que les industries des Philippines et de l'Indonésie tirent vers le bas les coûts de trituration. Dans ces conditions, et compte tenu des coûts de trituration, il est

⁴ Les échanges mondiaux se font très largement sous forme d'huile, et la matière première est recherchée par des industriels souhaitant augmenter le taux d'utilisation de leurs équipements

économiquement peu intéressant de triturer le coprah sur place au Vanuatu pour exporter ensuite l'huile sur le marché mondial. Ce qui est déjà vrai pour le COPV, malgré de bonnes performances techniques d'extraction (de l'ordre de 60%), l'est *a fortiori* dans des conditions d'extraction artisanales, avec des presses de petite taille assurant un taux d'extraction proche de 50%. Dans le contexte de Port Olry et de Lorevulko, la production d'huile de coprah ne se justifie économiquement que si l'huile peut être utilisée sur place et non pas exportée aux conditions du marché international (Ribier et Rouzière, 1998). Seule une exportation éventuelle d'huile certifiée bio peut être envisagée, mais cela ne pourra concerner que de petites quantités. Il n'est donc envisageable de triturer du coprah localement que pour une utilisation sur place et, au vu de la faiblesse des débouchés potentiels tels que l'huile de friture ou la production de savon et dérivés, la principale utilisation locale semble être le biocarburant.

Prix relatif du coprah et de l'huile par rapport au diesel et au kWh

10. L'opportunité économique d'une valorisation du coprah sous forme de biocarburant dépend du prix du diesel et du kWh.

- Le prix du diesel à la pompe dépend du lieu de distribution : le litre de diesel est vendu 114 vatus à Luganville, mais il atteint près de 140 vatus à Port Olry. Les taxes sur les produits pétroliers sont de 26 vatus par litre, auxquels s'ajoute la TVA de 12,5%. Sur une consommation nationale annuelle d'environ 20 millions de litres de gasoil, 60% sont utilisés par UNELCO, filiale du groupe SUEZ, pour la production d'électricité. Le Gouvernement du Vanuatu exonère UNELCO des taxes pétrolières, afin d'abaisser le coût de production de l'énergie électrique, et par voie de conséquence son prix de vente du kWh à la population. L'entreprise a un contrat avec SHELL pour la fourniture du gazole à Santo et Mallicolo, et un autre avec MOBIL pour Port Vila. Les termes de ces contrats sont révisés trimestriellement. Au premier janvier 2004, le contrat a été renouvelé pour Santo au prix de 50,17 vatus le litre auquel s'ajoute une taxe de 5 vatus, soit un prix ttc de 55,17 vatus par litre ; UNELCO paye le litre de gazole à Port Vila à 45,75 vatus et à Mallicolo à 65,17 vatus ;
- Le kWh est vendu par UNELCO au prix de 33,77 vatus hors taxe, soit 38 vatus avec les 12,5% de TVA. L'entreprise intervient, dans le cadre de concessions signées avec le gouvernement, sur quelques périmètres d'un rayon d'action de l'ordre de 15 kms, un premier autour de Port Vila, un second autour de Luganville, d'autres à Tanna et à Mallicolo. UNELCO a présenté un projet d'électrification pour la zone de Port Olry en 2001, mais le gouvernement n'a pas donné suite pour l'instant. L'énergie est essentiellement produite à partir de générateurs alimentés par du gazole, mais un barrage hydroélectrique récemment entré en service vient compléter l'offre électrique.

11. N'étant plus administré par le VCMB, le prix du coprah suit avec un léger décalage les fluctuations d'un cours mondial très volatil, comme le montre le deuxième tableau de l'annexe 13. Le prix d'achat au producteur connaît donc d'importantes variations : après avoir oscillé entre 22 et 25.000 vatus au cours de l'année 2003, la tonne est montée à Luganville à 26.000 vatus en décembre puis 29.000 et même 32.000 vatus en janvier. Les opérateurs ont partiellement répercuté la forte hausse des cours mondiaux de la fin 2003⁵, et avec un retard de l'ordre de 1 à 2 mois. La répercussion de la hausse des cours mondiaux sur le prix

⁵ Les cours mondiaux sont nettement remontés à partir d'octobre 2003, pour une hausse de l'ordre de 50 % entre septembre 2003 et janvier 2004 ; cette hausse, qui est commune aux oléagineux en général, s'explique par d'importantes pertes de récolte et la perspective d'une production insuffisante en 2004

d'achat au producteur a été freinée par l'appréciation sensible du vatu par rapport au dollar au deuxième semestre 2003. L'huilerie COPV exporte la quasi-totalité de sa production d'huile sur le marché international ; on peut noter de manière anecdotique la vente au détail de petites quantités d'huile pour les rares véhicules roulant au cocofuel⁶ sur Luganville : 3.680 litres ont ainsi été vendus en 2003 à O.Roupsard, du VARTC, et à T.Deamer. Le prix de vente de l'huile de coprah, 60 vatus le litre en 2003, a été relevé début 2004 à 68 vt/l suite aux fortes hausses du coprah. L'huilerie vend également une part du tourteau sur le marché local ; les ventes de tourteau ont été de 118 tonnes en 2003, au prix de 956 vatus le sac de 50 kg.

II.2. Les antécédents en matière de biocarburant

12. L'idée d'utiliser de l'huile de coprah comme carburant n'est pas nouvelle dans le contexte des îles du Pacifique en général, et du Vanuatu en particulier. Différentes expériences ont déjà été tentées et il était important d'en tirer les enseignements au moment d'envisager le projet à base d'huile de coprah sur Port Olry.

Brève mise en perspective historique

13. Depuis les premières expériences d'huile végétale carburant, attribuées à Rudolf Diesel lui-même lors de l'exposition coloniale de Paris en 1900, les travaux de recherche-développement sur l'utilisation d'huiles végétales à des fins de production d'énergie ont fluctué au gré des conditions de coûts et de disponibilité du pétrole (voir annexe 1 pour des informations plus détaillées sur le sujet).
14. Les premières expériences de longue durée dans le Pacifique Sud sont à attribuer à l'IERPS (Institut des Energies Renouvelables du Pacifique Sud) à Tahiti. Sous les recommandations du CIRAD, l'IERPS a développé en 1983 une petite presse à coprah (40 kg/h) animée par un moteur à huile brute de coco, et a également fait fonctionner plus de 100.000 km une Renault 18 utilisant de l'huile brute comme biocarburant.
15. L'expérience qui a eu lieu à Ouvéa en Nouvelle Calédonie depuis 1995 demeure la référence dans le Pacifique car elle réunit à la fois la longue durée et les conditions réelles d'exploitation pour la fourniture d'électricité à partir d'huile brute de coprah (voir annexe 2 pour un résumé des résultats de l'opération d'Ouvéa).
16. Incité dès fin 1995 par l'exemple d'Ouvéa (qui fait référence dans le Pacifique Sud), le projet coprah biocarburant aux îles Fidji a été concrétisé en 2000 et 2001 par l'installation de groupes électrogènes alimentant des réseaux électriques domestiques (voir annexe 2).
 - en avril 2000 sur l'île de Vanuabalavu (Groupe des Lau), un groupe de 80 KVA alimentant 3 villages, soit 200 maisons ;
 - en juillet 2001 dans le village de Welagi, île de Taveuni, un groupe de 45 KVA, accompagné d'une mini huilerie. Ce groupe alimente en électricité 60 maisons.

⁶ On entend par cocofuel un mélange d'huile de coprah et de gazole ; par exemple, Motor Traders propose un cocofuel composé de 60% d'huile de coprah et de 40% de gazole purifié par ses soins ;

L'originalité et la force d'exemple des deux sites fidjiens tiennent dans l'application de l'énergie produite : il s'agit de la fourniture quotidienne d'électricité à des « abonnés » qui réclament une garantie de service.

Les antécédents au Vanuatu

17. Le Vanuatu est le lieu de tests et d'expériences autour de l'huile de coprah biocarburant depuis le début des années 80. UNELCO a fait fonctionner en 1983 un groupe électrogène de 250 KVA à 100% d'huile de coprah. De nombreuses autres initiatives d'utilisation d'huile de coprah à des fins énergétiques ont vu le jour au cours des années 90. La société Motor Traders a fait tourner 200 mini-bus fonctionnant sans modification des moteurs grâce à un mélange adéquat d'huile de coprah et de gazole. L'Aore Adventist Academy, école adventiste située sur l'île d'Aore et connue pour ses enseignements technologiques, a fait tourner un groupe électrogène à base de cocofuel pour ses besoins propres en électricité. Plus récemment, la COPV, grosse huilerie située à Luganville, s'est engagée dans l'utilisation d'abord mesurée puis massive d'huile de coprah comme carburant des groupes diesel et comme combustible de chaudière (voir annexe 3 pour une description technique des sites).
18. L'arrêt de la plupart de ces expériences laisse planer un doute dans l'opinion publique du Vanuatu, mais également dans les milieux plus spécialisés, sur la viabilité technique de l'utilisation d'huile de coprah comme biocarburant. Il était donc particulièrement important pour la mission de déterminer avec précision les causes de l'arrêt de ces expériences. De fait, le diagnostic est très clair. La casse des moteurs survenue dans le cas de l'Aore Adventist Academy comme dans celui du COPV a la même cause : les moteurs, des diesel à injection directe, n'étaient pas aptes à utiliser de l'huile de coprah naturelle, en mélange ou non avec du gazole. La casse, due à une mauvaise combustion qui a entraîné des encrassements et un défaut de lubrification majeur, était prévisible. A l'inverse, la casse n'aurait pas eu lieu si les moteurs avaient été du type à injection indirecte. C'est donc l'utilisation de matériel inadapté qui a fait échouer ces expériences.
19. Le même constat est tiré de l'expérience des mini-bus fonctionnant au cocofuel. Tony Deamer, le responsable de la société Motor Traders, avait fini par noter une différence de comportement entre les bus à injection directe et les bus à injection indirecte : les véhicules équipés de moteurs à injection directe restaient « sensibles » et présentaient des problèmes de lubrifiant et d'encrassement, tandis que ceux à injection indirecte roulaient sans problème.
20. On peut considérer que l'échec des expériences au Vanuatu est imputable à la non prise en compte d'une information technique qui était pourtant disponible hors des frontières de l'archipel. Diverses publications avaient en effet dénoncé depuis 1995 la fragilité des moteurs à injection directe à l'utilisation d'huile de coprah, et concluaient sur la nécessité d'utiliser des moteurs à injection indirecte. La non prise en compte de ces informations issues des expériences de Nouvelle Calédonie et de Fidji a provoqué les dégâts prévisibles au Vanuatu, avec des conséquences fort dommageables sur la crédibilité de l'huile de coprah comme biocarburant efficace. Cela est d'autant plus regrettable que les expériences calédoniennes et fidjiennes ont montré depuis maintenant près de 10 ans la fiabilité technique du cocofuel en décrivant clairement le domaine de validité de son utilisation.

II.3. Une zone à fort potentiel de production de coprah, dépendante de cette activité

21. La question de la valorisation du coprah, et de la recherche de solutions à base de cocofuel se pose avec d'autant plus d'acuité à Port Olry et Lorevulko que cette zone est historiquement un centre important de production de coprah, et que l'économie villageoise dépend dans une large mesure de cette production.

Une zone à fort potentiel de production de coprah

22. La zone de Port Olry et de Lorevulko, située au nord-est de l'île de Santo, est une zone de production de coprah. Le bassin de production agricole de Port-Olry a une superficie qui peut être estimée à 100 km² et englobe les terres dans un rayon de 8 à 10 km autour du village (fig. n°1). Sur ce bassin de production, on distingue 2 grands types de sols d'après Quantin (1978) :

- Les sols calci-magnésiques de type rendzine développés sur les terrasses coralliennes du littoral
- Les sols ferrallitiques développés sur plateaux calcaires, souvent enrichis de cendres volcaniques

23. L'installation des cocotiers dans la zone de Port-Olry s'est faite en plusieurs étapes. Au début du XXème siècle, les premières cocoteraies destinées à la production de coprah ont été établies sur les terrasses coralliennes du littoral. De ces premières plantations, il reste une cocoteraie résiduelle, très étendue mais quasiment improductive à l'intérieur et autour de Port-Olry. Par la suite l'extension de la cocoteraie s'est poursuivie à partir du rivage, puis suivant les pistes principales et autour des petits villages de la zone selon la pratique de l'installation des cultures vivrières sur défriche en association avec le cocotier (fig. n°2).

24. Malgré la déprime du secteur du coprah depuis l'an 2000, il existe à Port Olry une réelle dynamique d'extension de la cocoteraie. Lors des prospections menées dans les plantations du bassin de production, nous avons observé que :

- De nombreuses plantations ont été réalisées ces dernières années en association avec les jardins et même, bien que plus rarement, en culture pure ;
- Le taux de ramassage des noix est très élevé, même quand le prix du coprah est médiocre ;
- La zone bénéficie d'un nombre élevé de séchoirs à air chaud en bon état de marche (11 séchoirs pour les 25 coopérateurs de Port-Olry).

La production de coprah y est donc particulièrement importante. En recoupant les informations fournies par les agriculteurs, le VCMB et les observations faites lors des prospections sur le terrain, on estime la production de coprah de la zone entre 1.000 et 1.400 tonnes par an. Ceci fait de Port Olry une des toutes premières zones de production de coprah du Vanuatu.

Le coprah, omniprésent dans l'économie villageoise

25. Le cocotier occupe une place centrale dans le paysage comme marqueur foncier et comme base d'un système agro-sylvo-pastoral dont la production de coprah ne constitue qu'une activité parmi d'autres. La défriche d'une parcelle de forêt en vue de l'installation de jeunes plants de cocotier, est l'occasion d'une diversification notoire de la production agricole. Après l'installation de deux cycles de cultures annuelles, les plantes pluriannuelles (bananiers et

plantains, kava) sont maintenues pour encore un à trois ans, puis le jardin est le plus souvent converti en pâturage. Des arbres fruitiers (agrumes, arbre à pain), des arbres à noix, des plantes utiles comme *Heliconia indica* qui fournit les feuilles à *laplap* et le sagoutier, utilisé au Vanuatu pour la confection des toitures traditionnelles (*natangora*), sont aussi fréquemment maintenus. A cela il convient d'ajouter quelques pieds de cacaoyer, autre culture de rente traditionnellement installée sous cocotier. Il existe en outre une autoconsommation non négligeable des fruits secs (5 à 10 cocos par jour et par ménage) pour l'alimentation humaine (lait de coco) et animale (porcs).

26. Un sondage rapide auprès des producteurs de Port Olry et Lorevulko permet de considérer que la vente du coprah est, pour la majorité des villageois de la zone, la source de plus de la moitié des revenus agricoles. L'élevage s'est certes développé au cours des dernières décennies, mais les troupeaux restent de taille modeste, ne dépassant pas le plus souvent la dizaine de têtes. Les revenus annuels moyens⁷ tirés de la vente des animaux sont alors compris entre 40 et 60.000 vatus par exploitation, soit l'équivalent de 2 à 3 tonnes de coprah. Seule une petite minorité d'éleveurs dispose de troupeaux de 20 têtes ou plus, et tire de ce fait la part la plus importante de leur revenus de la vente des animaux. Les autres revenus proviennent de la vente de racines et tubercules au marché de Luganville, de la pêche, et de l'activité de commerce et de transport pour la dizaine de personnes propriétaires des 13 taxis recensés sur la zone.

II.4. Identification des demandes d'énergie et des possibilités d'utilisation d'huile de coprah sur Port Olry

27. Les entretiens menés au cours de la mission ont permis de recenser les utilisations actuelles en matière d'énergie, mais aussi d'identifier les demandes nouvelles formulées par la population locale. Cette enquête s'est largement appuyée sur le recensement préalable effectué en 2002 par Aurélie Leplus⁸ pour le compte du projet POPACA, et en a affiné le diagnostic. On trouvera en annexe 4 une galerie de photos illustrant le recensement des utilisations actuelles. La demande numéro un des habitants est sans conteste l'électrification de tout Port Olry, afin que chaque maison puisse être éclairée et disposer d'un réfrigérateur et d'un téléviseur. C'est à l'évidence le souhait formulé par l'ensemble de la population. L'UNELCO a déjà effectué l'étude de ce projet à la demande du Gouvernement et a établi le cahier des charges de la centrale électrique ainsi que le budget estimatif détaillé. Le projet UNELCO prévoit une alimentation de la centrale par du gazole, mais si l'on envisageait de l'alimenter grâce à de l'huile de coprah locale, cela permettrait un débouché assuré pour 240 tonnes de coprah par an. On comprend l'intérêt que les habitants de Port Olry portent à cette option !
28. Abstraction faite de l'électrification de toute la ville, la demande potentielle d'électricité pourrait être rapidement de l'ordre de 3.000, voire 3.500 kWh par mois, en distinguant les postes suivants :
- l'accès à de la puissance électrique pour des besoins coopératifs ; ces besoins sont de diverse nature :

⁷ Il s'agit ici d'une moyenne annuelle de ventes d'animaux qui n'ont généralement pas lieu tous les ans

⁸ Aurélie Leplus, 2002. « Coprah Oil as Biofuel for Decentralized Rural Power Generation and Transportation. The Lory cooperative Pilot Project ». Wageningen University (Netherlands), SPC (New Caledonia), VARTC & POP (Vanuatu)

- o animation des équipements pour la préparation des racines et tubercules ; l'énergie demandée serait de l'ordre de 150 kWh par mois ;
 - o production de glace pour les pêcheurs : ces derniers doivent acheter des blocs de glace au détail pour conserver les poissons avant de les vendre sur Luganville⁹ ; l'énergie nécessaire à la production de glace est estimée à 200 kWh par mois ;
 - o des prises de courant pour des outillages électriques manuels et des activités artisanales (demande des femmes), ainsi que du courant de puissance pour des machines électriques (soudure, menuiserie) ; la consommation d'énergie correspondante est estimée à 85 kWh.
- La puissance pour électrifier le pompage de l'eau (besoin collectif) ; l'énergie nécessaire est estimée à 550 kWh par mois ;
 - La fourniture d'électricité pour les utilisateurs actuels de groupes électrogènes ; il y a 7 petits groupes (5 essence et 2 diesel) qui consomment de l'ordre de 460 litres de carburant par mois pour une fourniture en énergie estimée à 1.150 kWh par mois. Le coût de revient actuel moyen du kWh produit par ces petits groupe est estimé à 86 vatus hors maintenance (56 vatus/kWh pour le carburant et 30 vatus/kWh pour l'amortissement) ;
 - La consommation électrique de 8 points d'éclairage public : 8 fois 125 W à raison de 6 heures par jour, de 18h00 à minuit, demandent 180 kWh par mois ;
 - L'alimentation en électricité de l'ensemble « broyeur-presse-pompes », qui consomme 167 Wh pour produire un litre d'huile de coprah utilisable. Ces derniers besoins sont bien évidemment fonction des quantités d'huile produite : dans une hypothèse haute d'utilisation de 7.200 litres d'huile par mois, l'alimentation de la presse demanderait 1.200 kWh par mois.

29. L'utilisation de cocofuel par les taxis de Port Olry est une autre possibilité de valoriser le coprah sous forme énergétique sur la zone ; 13 taxis ont été recensés sur Port Olry ; ils effectuent le plus souvent des trajets Port Olry - Luganville, mais peuvent à l'occasion faire des interventions circulaires sur la zone ; la consommation moyenne par véhicule est de 500 litres de diesel par mois, soit 6.000 litres par an ; la consommation totale estimée est de 78.000 litres de diesel par an pour l'ensemble des 13 taxis. Des discussions avec plusieurs chauffeurs et propriétaires de taxis de Port Olry ont permis de constater un intérêt de leur part pour l'utilisation de cocofuel, sous réserve d'un encadrement et suivi technique lors du démarrage de l'expérience. Dans ce contexte de curiosité bienveillante, quoique prudente, on peut penser qu'une campagne de sensibilisation trouvera rapidement un écho favorable auprès de quelques uns des taxis qui serviront d'exemple pour les autres. La sensibilisation devra pour ce faire être accompagnée de l'encadrement technique correspondant, afin de régler les moteurs à injection indirecte qui équipent tous les taxis. Sur cette base, la consommation de cocofuel sur la zone peut raisonnablement être estimée à 30-40.000 litres dans un premier temps, puis passer assez rapidement à 50-60.000 litres.

30. Le recensement des utilisations potentielles d'huile de coprah à des fins énergétiques dans la zone de Port Olry et de Lorevulko indique donc que les différentes demandes d'approvisionnement en électricité devraient être satisfaites avec la fourniture de 3.500

⁹ Il est à noter qu'un projet canadien avait financé une chambre froide dans les années 80, mais que cette infrastructure avait été rapidement hors d'usage ; la principale explication avancée porte sur des problèmes organisationnels au sein de la coopérative de l'époque et sur le manque de contrôle exercé vis-à-vis du gestionnaire de la chambre froide

kWh mensuels, et que la consommation d'huile de coprah par les taxis locaux pourrait être comprise entre 30.000 et 50.000 litres annuels si des efforts promotionnels sont entrepris. 35 tonnes de coprah suffisent à produire les 3.500 kWh mensuels et de 60 à 100 tonnes additionnelles sont nécessaires pour produire le cocofuel pour les taxis. Cela signifie que le projet de valorisation du coprah sous forme de biocarburant ne pourra absorber, hors situation d'électrification complète de Port Olry, que de 95 à 135 tonnes de coprah, sur une production locale annuelle estimée entre 1.000 et 1.200 tonnes, soit seulement une petite partie de cette production. Il est illusoire d'espérer pouvoir valoriser l'ensemble du coprah de la zone de Port Olry à des fins énergétiques, et il faut en conséquence prendre conscience que, même dans le cas de la mise en place du projet, la plus grosse partie de la production locale continuera à être vendue sous forme de coprah aux acheteurs traditionnels que sont le COPV pour une exportation sous forme d'huile et le VCCE pour une exportation sous forme de coprah. Des actions complémentaires à la seule mise en place de la mini-huilerie devront donc être envisagées dans le cadre du projet, sous peine de n'aborder que trop partiellement le problème initialement posé de valorisation du coprah.

III. Description du projet

31. Pour répondre à la question posée et en tenant compte des différents éléments du contexte général précédemment exposés, il ressort que la mini-huilerie constituera certes l'axe structurant du projet, grâce à la production d'huile à des fins énergétiques, mais que le projet devra également inclure d'autres actions pour apporter une réponse globale et cohérente au souhait partagé de meilleure valorisation de la production de coprah. La description du projet comprend donc :

- La présentation des différentes options techniques concernant la mini-huilerie
- Le chiffrage des coûts de production et des bénéfices attendus de la mise en place de la mini-huilerie selon les différentes options
- Les actions complémentaires destinées à valoriser la production
 - Actions sur la qualité du coprah
 - Actions sur la commercialisation du coprah
 - Actions de valorisation de l'huile à des fins autres qu'énergétiques
 - Actions de diversification sous forme de produits autres que le coprah
- Les interventions agronomiques dans les plantations.

III.1. Description des différents scénarios techniques pour la mini-huilerie

32. Au vu des éléments présentés aux § 28 et 29, deux grandes options sont envisageables en matière de valorisation du coprah sous forme énergétique : d'une part l'électrification partielle de Port Olry, à hauteur d'une fourniture pouvant aller jusqu'à 3.500 kWh par mois, d'autre part la fourniture de biocarburant aux taxis de la zone. Les différents scénarios techniques envisageables consistent donc en un développement plus ou moins poussé de chacune de ces deux grandes options, dans la limite des besoins précédemment identifiés. Le développement de chacune des deux options peut être envisagé de manière séparée ou de manière simultanée, en sachant que leur mise en oeuvre simultanée abaisse les coûts unitaires de production de l'huile et des kWh, et améliore ainsi la rentabilité économique du projet. Les deux options électrification partielle et fourniture de cocofuel amènent toutes deux à proposer la configuration d'une unité comprenant une presse pour la production d'huile et un générateur pour la transformation de tout ou partie de cette huile en électricité. Les différentes configurations varient selon la taille de la presse et du générateur, en fonction des quantités de coprah pressées et du nombre de kWh produits.

33. Une troisième option est évoquée ici pour mémoire. Elle envisage l'électrification de tout le village de Port Olry sur la base du projet technique formulé antérieurement par UNELCO. Cette dernière option ne peut être envisagée dans l'immédiat car elle nécessite que certaines conditions préalables soient réunies, tant sur le plan politique que sur la mise en place de partenariats techniques. De plus, elle sort du cadre du financement du projet POPACA et ne peut être envisageable que si d'autres bailleurs sont impliqués. Le présent rapport propose un chiffrage grossier de cette troisième option mais se limite par la suite à l'analyse détaillée des deux premières options.

Option n°1 : électrification partielle de Port Olry

34. Les besoins d'électricité au sens strict tels que recensés au § 28 sont de 2.300 kWh par mois. Il convient d'y rajouter l'alimentation en électricité de l'ensemble « broyeur-presse-pompes », comprise entre 200 et 1.200 kWh par mois selon que l'on considère la seule fourniture d'électricité (200 kWh/mois) ou la mise en oeuvre simultanée de l'option cocofuel

(1.200 kWh/mois). Pour couvrir ces besoins, il faut envisager une unité opérationnelle comprenant d'une part une petite centrale capable de fournir de 2.500 à 3.500 kWh par mois et d'autre part une unité de trituration destinée à produire l'huile carburant nécessaire à l'alimentation de la centrale. 25 tonnes de coprah par an sont nécessaires à la production de 2.500 kWh par mois, 35 tonnes de coprah par an à la production de 3.500 kWh/mois. Cette option revêt pour les adhérents de la coopérative un caractère d'initiation pédagogique à la gestion d'un équipement de production d'huile et de fourniture d'électricité, tout en couvrant des besoins énergétiques de base. De par la taille réduite de l'unité opérationnelle, la faible quantité de coprah trituré et l'impact modéré sur les activités des membres de la coopérative, cette première option seule ne peut toutefois prétendre avoir une incidence notoire sur le développement local.

35. Pour une mobilisation de 25 à 45 tonnes de coprah par an, la configuration de l'unité est la suivante (voir cahier des charges en annexe 5) :

- La capacité de la presse doit être formatée pour pouvoir triturer 25 kg par heure ; les 25 tonnes sont ainsi pressées à raison d'une utilisation de 5 heures par jour, 5 jours par semaine et 40 semaines par an ; les 45 tonnes sont pressées à raison de 8 heures par jour, 5 jours par semaine, 45 semaines par an ;
- Broyeur à coprah avec équipement de filtration ;
- Groupe électrogène de 36 KVA ; il est légèrement surdimensionné pour une utilisation 25-45 tonnes de coprah, mais il est en mesure de faire tourner une presse beaucoup plus grosse en cas de production de cocofuel pour les taxis ; il peut être justifié d'envisager un groupe de cette puissance dès le départ compte tenu du faible surcoût par rapport à un groupe de 23 KVA (35.200 € au lieu de 30.000 €) ;
- Moteur électrique + câble de forage eau
- Machine à glace
- Machine à glace pour les pêcheurs
- La durée de fonctionnement du groupe dans la journée est de 8 heures. Elle est conditionnée par le fonctionnement du moteur électrique du pompage (actuellement c'est un moteur diesel qui assure le pompage). En effet, si l'on veut rester dans les mêmes conditions de puisage, la pompe doit être animée 8 heures/jour et 5 jours/semaine. Seule une étude hydraulique permettrait de dire si une exhaure plus puissante pourrait être installée sans risque pour le niveau de la nappe.

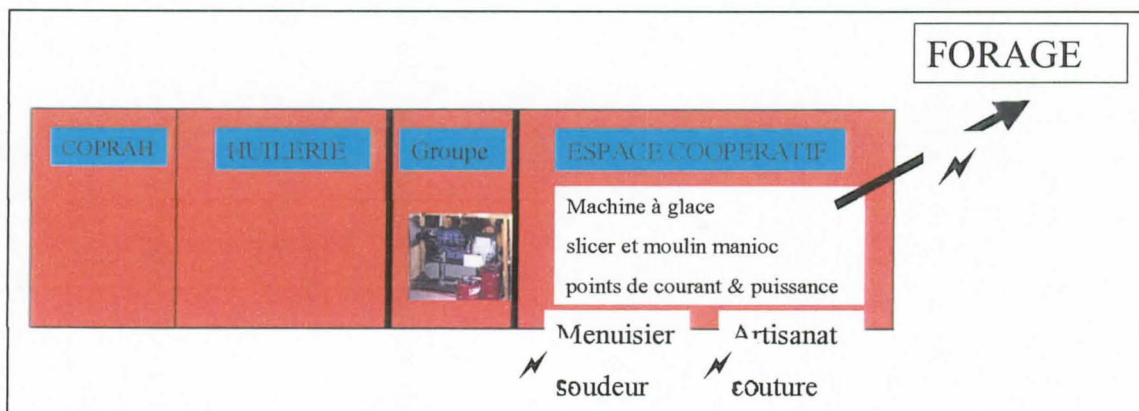


Figure 3 : Illustration de la proposition n°1

36. La conduite de l'unité sera assurée par un responsable, assisté par deux manœuvres pour les tâches de manutention du coprah et de fonctionnement des équipements. Le responsable

aurait à sa charge le suivi économique des opérations. Le traitement de 25 à 45 tonnes de coprah ne justifie qu'un temps partiel du responsable. Il est proposé qu'il soit rémunéré au *prorata temporis* sur la base temps plein de 33.000 vatus/mois, et que les manœuvres soient payés à la journée en fonction des besoins sur la base de 800 vatus/jour. Les frais de maintenance, incluant le renouvellement régulier des petites pièces pour usure, sont estimés à 19.000 vatus par mois.

37. Le bâtiment destiné à abriter le matériel comprend un espace pour le stockage du coprah, l'espace pour la presse, l'espace pour le groupe électrogène et l'espace coopératif. Le hangar de coprah doit pouvoir abriter 3 mois de stock, ce qui correspond à 5 à 7 tonnes. L'espace coopératif doit abriter les équipements complémentaires suivants :

- Un broyeur électrique
- Une unité de filtration de l'huile
- Le stockage de l'huile produite
- Une machine à glace pour la conservation du poisson lors des transports

Le cahier des charges du bâtiment est présenté en annexe 5 ainsi que la proposition de localisation de l'unité indiquée par les membres de la communauté.

38. La configuration de l'unité, prévue pour traiter de 25 à 45 tonnes, permet donc de fournir les 3.500 kWh/mois identifiés comme la demande potentielle d'électricité sur Port Olry, et de produire quelques hectolitres d'huile supplémentaires pour une consommation alimentaire (huile de friture) ou pour une utilisation sous forme de savons et détergents. Selon les ventes recensées par la coopérative de commercialisation (cf. annexe 9), environ 100 litres d'huile de coprah pourraient être utilisées chaque mois à cette fin, soit l'équivalent de 2,5 tonnes de coprah par an.

Option n°2 : production de cocofuel pour les taxis de Port Olry

39. La configuration précédente est suffisante tant que l'on ne considère que la seule fourniture d'électricité ou d'huile alimentaire. Le changement de taille des équipements (presse et groupe électrogène) ne se justifie que si l'on envisage la production de cocofuel¹⁰ pour les taxis de la zone. La fourniture supplémentaire de quantités d'huile exprimées en dizaines de milliers de litres impose de changer l'ensemble broyeur presse avec deux hypothèses principales :

- La demande de cocofuel formulée par les taxis reste minime et on n'envisage pas qu'elle puisse dépasser à terme les 30.000 litres par an ; il suffit alors de remplacer la presse de 25 kg/h par une presse de 50 kg/h ; la nouvelle configuration est capable de traiter de 45 à 100 tonnes de coprah par an, en adaptant l'intensité d'utilisation de la presse aux besoins de kWh et de cocofuel identifiés ;
- La demande de cocofuel est plus importante : le scénario envisagé est d'une demande de 30 à 40.000 litres d'huile par an dans un premier temps, puis de 50-60.000 litres après quelques années ; la presse doit alors être capable de triturer 100 kg par heure, soit de 100 à 180 tonnes de coprah par an, selon l'intensité d'utilisation.

Dans les deux cas, on garde le même groupe électrogène de 36 KVA, car il est suffisant pour faire tourner une presse de 100 kg/h. Une « station service » est également prévue pour délivrer le cocofuel destiné aux taxis de Port Olry.

¹⁰ On propose un cocofuel composé de 90% d'huile de coprah et 10% de gazole en période chaude et 70% d'huile 30% de gazole en période fraîche (voir annexe 1 § 4)

40. L'introduction de cette nouvelle option, avec ses deux variantes, revêt le même intérêt pédagogique que la précédente en permettant aux adhérents de la coopérative de s'initier à la gestion d'un équipement de production d'huile et de fourniture d'électricité, mais les quantités de coprah utilisées sont beaucoup plus importantes (elles passent de 25-45 tonnes à 45-100 tonnes, voire à 100-180 tonnes par an). De ce fait, la gestion de l'unité opérationnelle demande une rigueur toute particulière : cela suppose donc un suivi précis des stocks et de la comptabilité, avec des implications évidentes en matière d'organisation de la coopérative et de contrôle des opérations. La configuration de l'équipe en charge de l'unité devrait être la même que pour l'option d'électrification partielle seule, à savoir un responsable d'unité accompagné de deux manœuvres. La principale différence réside dans le fait que le responsable serait cette fois-ci employé à temps plein et non plus à temps partiel comme précédemment.
41. L'idée de faire tourner les taxis de Port Olry avec du cocofuel n'est pas nouvelle. Divers antécédents existent au Vanuatu, comme évoqué au § 17. Quelques véhicules semblables aux taxis de Port Olry utilisent actuellement du cocofuel sur l'île de Santo, comme c'est le cas pour la voiture d'Olivier Rounsard, chercheur au VARTC. Ce pick up, qui roule au cocofuel depuis 2 ans sans présenter de problèmes particuliers, est présenté dans l'illustration suivante.



Figure 4 : Pick up fonctionnant au cocofuel

42. Certaines exigences de qualité sont nécessaires à une utilisation cocofuel de l'huile de coprah, mais le raffinage n'est pas nécessaire : au sens classique, une huile est raffinée par diverses opérations successives, dont certaines doivent être effectuées pour permettre l'exécution de la suivante ; on distingue classiquement : la purification (élimination des impuretés physiques, solides et eau, par décantation, ou filtration et centrifugation) ; le dégommeage (ou démulcination : précipitation des phospholipides par traitement à l'acide et centrifugation) ; le séchage (élimination des traces d'eau, qui peut se faire par centrifugation ou chauffage) ; la neutralisation (raffinage chimique ou physique) ; la décoloration (par terres décolorantes, charbon actif et filtration) ; et la désodorisation (sous vide à chaud). Seule la première étape est nécessaire pour transformer une huile brute de pression en cocofuel : élimination des impuretés, qui lessiveraient par abrasion la pompe d'injection, les injecteurs et, finalement, l'équipage mobile du moteur.

43. Les principales modifications aux équipements découlant de l'introduction complémentaire de l'option cocofuel sont les suivantes :

- La presse passe de 25 kg/h à 50 ou 100 kg/h ;
- Le hangar à coprah doit pouvoir abriter 3 mois de stock, comme précédemment, mais ces 3 mois de stock représentent ici des quantités beaucoup plus importantes, soit de 20 à 25 tonnes de coprah ;
- Élément nouveau, un poste de distribution (cuve + volucompteur + pistolet) doit pouvoir stocker 1.500 litres de cocofuel prêt à la distribution. Ce poste intégrera un système de réchauffage de l'huile de coprah car elle peut être amenée à figer en période fraîche (d'avril à septembre).
- Les adaptations des taxis de Port Olry : afin de garantir un fonctionnement des taxis alimentés au cocofuel en tout point identique à celui obtenu avec du gazole, il est nécessaire de les équiper d'un filtre à forte perméabilité incluant un réchauffeur alimenté par la batterie. L'installation d'un échangeur eau/carburant et d'une pompe électrique de gavage permettra d'utiliser indifféremment du gazole, de l'huile de coprah ou tout mélange des deux. Enfin, le réglage des injecteurs éliminera les problèmes d'opérabilité à froid et limitera la consommation des véhicules. Les fiches techniques d'installation et de réglage¹¹ seront communiquées à l'atelier de mécanique automobile choisi par Popaca.

Le cahier des charges du bâtiment est présenté en annexe 5 ainsi que la proposition de localisation indiquée par les membres de la communauté.

L'illustration des options 1 et 2 menées simultanément est présentée ci-dessous :

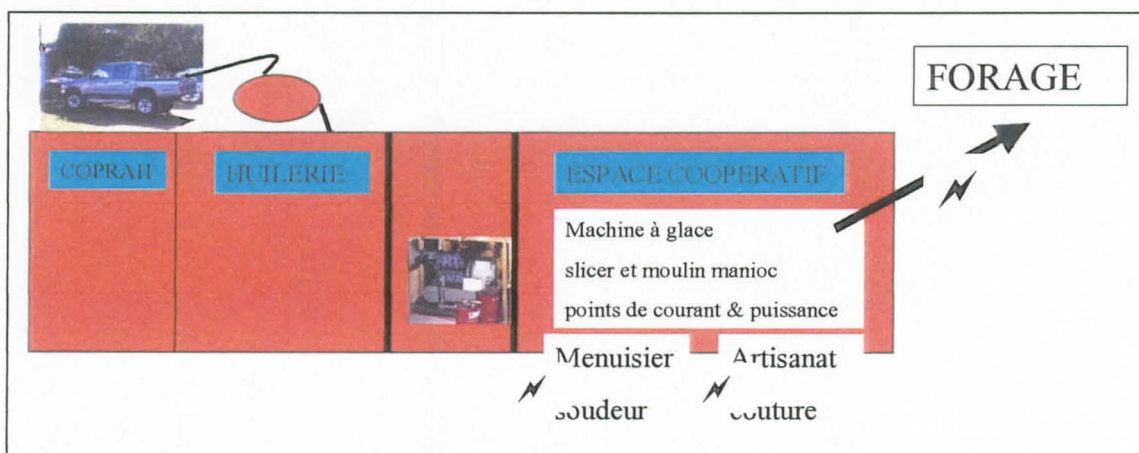


Figure 5 : Illustration des options 1 et 2 ensemble

Option n°3 : électrification totale de Port Olry

44. On trouvera en annexe 6 une ébauche de projet « Centrale Electrique Coco de Port Olry » s'appuyant sur les chiffrages d'UNELCO et intégrant une huilerie et des générateurs adaptés (les mêmes que ceux de l'huilerie d'Ouvéa ou de Vanuabalavu à Fidji). Deux cas ont été étudiés : dans le premier une huilerie de 240 tonnes/an fournit l'huile pour les seuls besoins de la centrale électrique, dans le second une huilerie de 350 tonnes/an permet également la fourniture de cocofuel pour les taxis.

¹¹ Les performances sont conservées, la consommation en litres est augmentée dans une fourchette de 4 à 8%.

- Dans le premier cas, l'huile produite à Port Olry reste moins chère que celle vendue par COPV ou que le gazole d'UNELCO jusqu'à un prix du coprah de 27.000 vatus/tonne payés à Port Olry. Ce qui équivaut, en incluant les frais de transport¹², à 33.000 vatus/tonne rendue COPV ou VCCE à Luganville. L'huilerie a créé 3 emplois à plein temps à Port Olry.
- Dans le second cas, l'huile produite à Port Olry reste moins chère que celle vendue par COPV ou que le gazole d'UNELCO jusqu'à un prix du coprah de 30.000 vatus/tonne payés à Port Olry ou 36 000 vatus/tonne rendue COPV ou VCCE. L'huilerie a créé 4 emplois à plein temps à Port Olry.

Il semble donc possible de produire un carburant local, tout en générant de l'emploi, qui reste concurrentiel vis à vis du fuel habituellement utilisé dans les centrales électriques. Avec une gestion telle que celle appliquée par UNELCO, on peut électrifier Port Olry avec ses noix de coco dans les mêmes conditions que Luganville. Il faudra cependant vendre des quantités significatives de tourteaux, 108 tonnes dans le premier cas et 157 tonnes dans le second. Hors valorisation des tourteaux, l'huile produite est plus chère que celle vendue par COPV ou que le fuel d'UNELCO dès un prix du coprah de 23.000 vatus/tonne (soit 29.000 vatus/tonne rendu Luganville).

III.2. Chiffrage des coûts et bénéfices attendus des deux premières options

45. Le calcul des différents coûts de production dépend bien évidemment de la configuration des équipements et des quantités traitées ; les différentes propositions envisagées entraînent donc des coûts de production qui leur sont propres. Dans tous les cas, on se place dans la situation où le projet POPACA pré-finance les équipements nécessaires et où le fonctionnement de l'activité permet de financer le remplacement de l'équipement à l'identique. On obtient ainsi des coûts de production qui s'interprètent comme le prix auquel la coopérative devrait vendre l'énergie électrique dans la proposition n°1, l'énergie électrique et l'huile dans les propositions n°2 et 3, pour être en mesure de financer le remplacement des équipements gracieusement mis à disposition par le projet POPACA.

Calcul des coûts de production

46. Le calcul des coûts de production dépend d'hypothèses de calcul qu'il convient d'explicitier ici. La méthodologie de calcul est détaillée dans l'annexe 7. Les principales hypothèses sont les suivantes :
- Prix d'achat du coprah par la coopérative. Il revient à la coopérative de décider d'une politique d'achat du coprah, en conciliant l'intérêt des producteurs et la rentabilité économique de l'unité de transformation. L'idée est de proposer un prix d'achat du coprah légèrement supérieur à ce qu'obtiennent les adhérents en le vendant au COPV ou au VCCE, sans pour autant pénaliser exagérément la rentabilité du projet de cocofuel. On peut ainsi envisager que le prix d'achat par la coopérative soit la moyenne entre le prix proposé par les opérateurs pour le coprah rendu à Luganville et le prix effectivement perçu par les producteurs, une fois les frais de transport déduits ; les coûts de transport étant de l'ordre de 6.000 vatus par tonne, cela reviendrait à payer la tonne de coprah 3.000 vatus

¹² De 6.000 à 8.000 vatus par tonne de zone Port Olry à Luganville selon la difficulté d'accès.

de moins que COPV ou VCCE, mais le gain de revenu pour les producteurs seraient également de 3.000 vatus par tonne par rapport à la situation actuelle¹³ ;

- Achat du matériel (presse et générateur). L'idée est d'acheter du matériel européen, certes plus cher au départ que du matériel asiatique, mais aussi plus résistant et s'accommodant d'une maintenance plus légère, de telle sorte que la probabilité de panne serait minimisée et que la durée de vie du matériel serait allongée. Dans des conditions d'entretien considérées comme normales pour la zone de Nord Santo, la durée de vie utile du matériel est estimée à 10/12 ans. Le prix d'achat départ Europe des différents matériels est le suivant (voir détail en annexe 14) :
 - Le prix d'achat d'une mini huilerie¹⁴ capable de triturer de 25 à 45 tonnes de coprah par an et d'un générateur de 36 kVA est estimé à 54.000 €, soit 7,56 millions de vatus au taux de change de 140 vatus/€ ; ce prix inclut 2 ans de pièces détachées pour presse et groupe électrogène ;
 - Ce prix d'achat passe à 58.700 € (8,22 millions de vatus) en remplaçant la presse de 25 kg/h par une de 50 kg/h ; la station service pour la distribution du cocofuel est estimée à 7.200 € (1 million de vatus) ;
 - Le prix est de 73.200 € (10,25 millions de vatus) avec une presse de 100 kg/h ; la station service reste au même prix.
- Le coût du transport du matériel départ Europe rendu à Port Olry est estimé à 4.140 € (580.000 vatus) dans les deux premiers cas, à 5.200 € (728.000 vatus) dans le troisième ;
- Les frais de maintenance, incluant le renouvellement régulier des petites pièces pour usure, sont estimés à 19.000 vatus/mois dans le premier cas, à 30.000 vatus/mois dans le deuxième, à 35.000 vatus/mois dans le troisième ;
- Le rendement des presses de petite capacité de 25 à 100 kg/h est estimé à 50%, contre 60% pour les huileries industrielles telles que le COPV¹⁵. Un rendement de 50% signifie que la trituration d'une tonne de coprah donne 500 kg d'huile (soit 550 litres) et 450 kg de tourteau, le reste étant considéré comme des pertes. Il faut toutefois déduire la consommation de l'huile de coprah utilisée pour faire tourner la presse (estimée à 6,5% de la production d'huile) ; 515 litres d'huile resteraient donc disponibles à partir d'une matière première d'une tonne de coprah ;
- Le tourteau est valorisé à 15 vatus le kg. Cette hypothèse découle de l'observation faite au sujet des ventes de tourteau du COPV. Celui-ci vend des sacs de tourteau de 50 kg au prix de 956 vatus, soit environ 20 vatus le kg. Une valorisation de 15 vatus/kg pour un tourteau plus riche en matière grasse (du fait du moindre rendement des presses

¹³ à titre d'exemple, quand le VCCE et le COPV proposaient en septembre 2003 de 22 à 23.000 vatus la tonne de coprah à Luganville, les producteurs en touchaient de 16 à 18.000 vatus compte tenu des frais de transport de Port Olry à Luganville. Une hypothèse de prix d'achat du coprah par la coopérative de 20.000 vatus la tonne paraissait alors envisageable. Dans le même ordre d'idées, à 30.000 vatus la tonne à Luganville, un prix d'achat par la coopérative de 27/28.000 vatus paraît envisageable

¹⁴ La mini huilerie est composée d'un broyeur, d'une presse et d'une unité de filtration.

¹⁵ La perte d'efficacité ne découle pas tant de la nature de la presse (ce sont toujours des expellers qui travaillent à haute pression), que de la façon dont ces appareils sont utilisés :

- des périodes plus courtes, entraînant un fort impact des périodes de démarrage et d'arrêt, au cours desquelles les performances sont réduites
- la pratique d'un seul passage
- des conditions de fonctionnement moins régulières (alimentation, température, qualité du coprah découpé et cuit)

artisanales) semble raisonnable dans une zone où l'activité d'élevage, principale utilisatrice du tourteau, est abondante¹⁶ ;

- La main d'œuvre nécessaire pour le fonctionnement de l'unité est estimée à un responsable à mi-temps, sur une base plein temps de 33.000 vatus/mois, accompagné de deux manœuvres, payés à la journée en fonction des besoins sur la base de 800 vatus/jour dans le premier cas ; le responsable passe à trois quart de temps dans le second, à plein-temps dans le troisième ;
- Le calcul du coût de production de l'huile se fait en considérant le renouvellement de l'ensemble des équipements, presse et générateur, ce qui augmente artificiellement ce coût, puisque le générateur ne sert pas qu'à la production d'huile. Le calcul du coût de production du kWh se fait en considérant qu'un litre d'huile de coprah permet de produire 2,3 kWh à partir du groupe électrogène. Le coût de production du kWh est donc de 0,435 fois celui du litre d'huile, puisque le générateur est déjà amorti dans le coût de production de l'huile.

Discussion sur les coûts de production

47. La faisabilité économique du projet de valorisation énergétique du coprah est évaluée ici sur la capacité de l'unité à financer le remplacement des différents équipements. Pour ce faire, on calcule des coûts de production qui s'interprètent comme le prix auquel la coopérative devrait vendre ce qu'elle produit pour pouvoir financer le remplacement des équipements du projet. Les différents coûts de production affichés dans les tableaux suivants sont tirés des feuilles de calcul, présentées en annexe 16, qui reprennent les hypothèses de calcul détaillées au § 46. Les coûts de production sont calculés en fonction de trois variables, à savoir le prix d'achat du coprah, le prix de vente du tourteau et la quantité de coprah traitée par l'unité. Il est possible de modifier séparément le niveau de chacune de ces trois variables dans la feuille de calcul pour évaluer son influence sur les coûts de production.
48. La feuille de calcul présentée en annexe 16 montre que les coûts de production varient beaucoup selon les configurations envisagées et selon le niveau des variables de contrôle, notamment la quantité de coprah utilisée. On ne peut donc interpréter les résultats qu'en les replaçant dans leur contexte spécifique. Une première idée de l'intervalle de variation des résultats en matière de coûts de production est donnée par le tableau n°1, qui présente les coûts de production relatifs à différentes configurations pour un prix d'achat du coprah de 25 vatus/kg et un prix de vente du tourteau de 15 vatus/kg :

¹⁶ L'utilisation de tourteau par les éleveurs de Port Olry et Lorevulko demandera sans aucun doute un travail d'accompagnement par un agent du service de l'élevage. Le tourteau s'adresserait à l'engraissement d'animaux sur le point d'être vendus. On peut ainsi envisager le parcage dans une parcelle à herbe abondante et l'apport de tourteau deux fois par jour pendant le dernier mois avant le départ pour l'abattoir.

Tableau n°1 : coûts de production selon les configurations pour un prix d'achat du coprah de 25.000 vatus/T

	Quantité de coprah trituré	Investissement initial	Coût de production du litre d'huile	Coût de production du kWh
Configuration n°1	25 tonnes/an	8,14 millions de vt	<i>159 vatus/l</i>	69 vatus/kWh
	35 tonnes/an	8,14 millions de vt	<i>130 vatus/l</i>	57 vatus/kWh
Configuration n°2	55 tonnes/an	9,33 millions de vt	104 vatus/l	45 vatus/kWh
	80 tonnes/an	9,33 millions de vt	86 vatus/l	37 vatus/kWh
Configuration n°3	115 tonnes/an	12 millions de vt	75 vatus/l	33 vatus/kWh
	155 tonnes/an	12 millions de vt	66 vatus/l	29 vatus/kWh

49. Ce premier tableau appelle les commentaires suivants :

- Le coût de production de l'huile, prix auquel on doit vendre la production finale pour assurer la rentabilité du dispositif, n'a pas de sens en soi dans la configuration n°1 puisque l'huile n'est pas ici un produit final, mais seulement un produit intermédiaire destiné à fournir de l'électricité. Ce coût de production est donc un prix de cession interne dans une activité dont la finalité est la production d'électricité. C'est la raison pour laquelle il figure en italique dans le tableau ;
- Les coûts de production sont fortement dépendants des configurations envisagées : celui du kWh varie ainsi de 29 à 69 vatus selon les cas ; cela est dû au fait que les quantités de coprah triturées sont très différentes selon les configurations (25-45 tonnes dans le premier cas, 45-100 tonnes dans le second et 100-180 tonnes dans le troisième), et que l'importance des charges fixes entraîne des économies d'échelle conséquentes quand on augmente la production. L'essentiel des coûts de production provient en effet de l'amortissement du matériel et du salaire du responsable de l'unité, qui ne dépendent pas des volumes traités à configuration donnée. Dans le même ordre d'idée, le différentiel de coût entre une petite presse et une presse capable de traiter 4 fois plus de coprah est assez faible, si bien que les coûts de production unitaires baissent fortement dans le deuxième cas ;
- Pour les mêmes raisons, les coûts de production unitaires d'une configuration donnée sont nettement abaissés quand les quantités traitées augmentent : dans le cas de la configuration n°1, le coût de production du kWh passe de 69 vatus quand on utilise 25 tonnes de coprah à 57 vatus quand le tonnage utilisé est de 35 ; dans la configuration n°2, le coût de production du kWh passe de 45 vatus (55 tonnes triturées) à 37 vatus (80 tonnes triturées), voire à 34 vatus (100 tonnes triturées) ;
- La contrepartie de l'abaissement des coûts de production unitaires est que les quantités de produit fini, huile et électricité, sont plus élevées, et que le risque de dépasser les besoins solvables de la population de Port Olry augmente. Il faut donc s'assurer que toute la production sortant de l'unité de la coopérative trouvera acquéreur. Ainsi, dans la configuration n°1, la trituration de 25 tonnes de coprah permet de produire 12.875 litres d'huile de coprah comme production intermédiaire et 29.600 kWh comme production finale. Cela représente une production mensuelle de 2.500 kWh par mois. Or, les besoins d'électricité expressément formulés dans le cadre coopératif ne se montent pour l'instant qu'à 985 kWh/mois (550 kWh pour la pompe, 200 kWh pour la production de blocs de glace, et de l'ordre de 150 kWh pour la râpe à manioc et 85 kWh pour des prises de

courant). Il faut donc envisager d'autres usages collectifs tels que l'électrification de l'école, du dispensaire, de l'église, ... pour être en mesure d'absorber la production d'électricité.

50. Il y a donc nécessairement un pari sur l'avenir : celui que le projet, en mettant à disposition de l'électricité à une population qui n'y avait pas accès jusqu'alors, permettra à cette population de se familiariser avec l'utilisation d'électricité et d'en intégrer l'usage petit à petit. Ainsi, la demande d'électricité augmentera progressivement et cela aura un effet d'entraînement sur l'ensemble de l'activité socio-économique de la communauté villageoise. Le projet de valorisation du coprah sous forme de biocarburant ne porte pas seulement sur l'obtention d'un meilleur prix pour une partie (d'ailleurs fort limitée) de la production de coprah de la zone ; il concerne au contraire l'ensemble des activités du village par le développement induit que devrait entraîner l'accroissement progressif de l'utilisation de l'électricité.

51. La variation du prix du coprah est une autre variable déterminante de la viabilité économique du projet. Il est donc très important de voir comment les différents coûts de production évoluent en fonction du prix du coprah. Une hausse du prix d'achat du kilogramme de coprah d'un vatu entraîne une augmentation des coûts de production du litre d'huile de 1,94 vatus ; cette même hausse entraîne également une augmentation des coûts de production du kWh de 0,84 vatu. Pour deux niveaux de trituration donnés, 35 et 150 tonnes, on obtient ainsi le tableau suivant :

Tableau n°2 : variation des coûts de production selon le prix d'achat du coprah

Prix d'achat du coprah	trituration de 35 tonnes par an		trituration de 150 tonnes par an	
	Coût de production de l'huile	Coût de production du kWh	Coût de production de l'huile	Coût de production du kWh
20 vatus	121 vatus/l	52,5 vatus/kWh	57 vatus/l	24,9 vatus/kWh
22 vatus	125 vatus/l	54,2 vatus/kWh	61 vatus/l	26,6 vatus/kWh
24 vatus	129 vatus/l	55,9 vatus/kWh	65 vatus/l	28,3 vatus/kWh
26 vatus	132 vatus/l	57,6 vatus/kWh	69 vatus/l	30,0 vatus/kWh
28 vatus	136 vatus/l	59,3 vatus/kWh	73 vatus/l	31,7 vatus/kWh
30 vatus	140 vatus/l	60,9 vatus/kWh	77 vatus/l	33,3 vatus/kWh

Les avantages de combiner les deux options électrification partielle et cocofuel

52. La combinaison des deux options, à savoir une unité qui triture une quantité suffisante de coprah pour réaliser une électrification partielle de Port Olry et l'approvisionnement des taxis en cocofuel, est bien évidemment beaucoup plus prometteuse que la mise en œuvre d'une seule des deux options, dans la mesure où l'augmentation des quantités de coprah traitées permet d'abaisser les coûts de production à un niveau raisonnable, compatible avec la viabilité économique du projet. Ainsi, le fait de produire de l'huile pour les taxis permet par contre-coup d'abaisser le coût de production du kWh. La combinaison des deux options permet de valoriser localement une plus grande quantité de coprah, environ 35 tonnes étant potentiellement utilisées pour l'électrification partielle de Port Olry et de 80 à 120 tonnes pour la fourniture de cocofuel aux taxis.

53. Un autre argument en faveur de la combinaison des deux options découle de la souplesse que procure l'existence d'une production finale sous deux formes, cocofuel et électricité. Cette souplesse d'utilisation entraîne au moins deux avantages :

- On peut envisager une péréquation entre prix du cocofuel pour les taxis et prix du kWh pour les projets de développement local. Dans le scénario où 150 tonnes de coprah sont utilisées et pour un prix d'achat du kg de coprah de 25 vatus, le coût de production du litre d'huile est de 67 vatus et celui du kWh est de 29,1 vatus. L'arbitrage entre les deux prix de vente au bénéfice de l'un ou de l'autre se fera alors en fonction des choix stratégiques de développement sur la zone, selon que l'on souhaite privilégier l'abaissement des coûts de transport ou l'incitation à l'utilisation d'électricité ;
- On a vu au § 49 qu'une partie de l'électricité produite risque de ne pas trouver preneur au démarrage du projet, et qu'il faudra sans doute attendre quelques années pour que la population se familiarise avec son utilisation. Ce problème devrait être plus facilement surmonté dans le cas d'une combinaison des deux options, car il est alors plus facile de ne produire que les kWh demandés et de vendre le reste de la production sous forme de cocofuel.

54. Les coûts de production obtenus avec la deuxième proposition sont intéressants au regard du prix du diesel et du prix du kWh fourni par UNELCO, même avec une hypothèse de remontée du cours du coprah. :

- Pour une utilisation de 120 tonnes de coprah, les coûts de production de l'huile vont de 64 à 83 vatus/litre quand le prix d'achat du coprah par la coopérative passe de 20 à 30 vatus/kg ; l'huile de coprah reste compétitive par rapport au diesel délivré à Luganville à 115 vatus/litre, et surtout celui vendu par la coopérative de commercialisation à 140 vatus/litre ; le coût du kWh produit par la coopérative va quant à lui de 27,8 à 36,2 vatus pour les mêmes variations des conditions d'approvisionnement de la mini-huilerie, alors que le kWh fourni par UNELCO est facturé 38 vatus¹⁷ ;
- La comparaison est bien évidemment plus avantageuse si l'on envisage une utilisation de 160 tonnes de coprah : avec un prix d'achat de 26 vatus par kg, le coût de production de l'huile ressort à 67 vatus, et celui du kWh à 29,2 vatus.

Analyse des bénéfices attendus par la mise en place du projet

55. Les bénéfices attendus par la mise en place du projet sont de trois types :

- Tout d'abord, on s'attend à ce que la fourniture par le projet d'énergie électrique et de cocofuel permette à certains agents de réaliser des économies dans leurs activités actuelles ; à volume d'activité constant, les taxis paieront leur carburant moins cher, les pêcheurs achèteront leur glace moins cher, les utilisateurs actuels de groupes électrogènes auront accès à des kWh beaucoup moins chers que ceux qu'ils produisent actuellement ;
- On s'attend ensuite à ce que la fourniture locale d'énergie (électricité et cocofuel) ait également un effet d'entraînement sur l'activité productive globale au niveau villageois,

¹⁷ UNELCO fournit un ensemble de services liés à la distribution et à la gestion des infrastructures qui ne sont pas inclus dans les coûts de production, de telle sorte que la comparaison n'est pas directement envisageable.

en offrant de nouvelles opportunités qui n'étaient jusqu'à présent inaccessibles. On peut penser ici au développement de la pêche du fait de l'abaissement notoire des coûts de réfrigération, au développement d'activités d'artisanat du fait de la possibilité nouvelle d'utiliser un matériel électrique ou encore à la dynamisation de l'activité d'engraissement avec la disponibilité de tourteau (effet induit);

- Le troisième type de bénéfices est la mise à disposition de services qui n'existaient pas jusqu'à présent : éclairage public, prises de courant à usage divers, que les futurs utilisateurs sont prêts à payer pour le service qu'ils en attendent.

56. On se bornera ici à chiffrer de manière grossière les bénéfices du premier type, c'est à dire ceux qui proviennent d'économies réalisées, à volumes constants, par la mise à disposition de kWh et de litres de biocarburant à un prix donné. Les autres bénéfices sont méthodologiquement beaucoup plus délicats à estimer, car ils reposent sur des hypothèses de développement des activités assez difficiles à quantifier, et beaucoup plus sujettes à discussion. Le chiffrage des bénéfices de premier type, ainsi que leur répartition entre types d'acteurs, est effectué à partir de la deuxième partie de la feuille de calcul présentée en annexe. En jouant sur certaines variables de contrôle, on voit de quelle manière évoluent les gains respectifs de chaque type d'acteur.

57. Les principales hypothèses relatives au chiffrage des bénéfices attendus sont les suivantes :

- On estime à 4 vatus/kg la prime obtenue par les coprahculteurs en vendant leur production à la coopérative plutôt qu'au COPV (cette hypothèse peut bien entendu être modifiée dans la feuille de calcul) ;
- Le prix du cocofuel pour les taxis est calculé comme la somme du coût de production, de taxes (12,5% de TVA + une taxe fixe de 10 vatus/litre) et d'une marge pour la coopérative fixée à 5 vatus/litres) ;
- Dans le même ordre d'idées, le prix de vente du kWh est calculé comme la somme du coût de production, d'une taxe fixée à 4,2 vatus/kWh (correspondant aux 12,5% sur le kWh hors taxe UNELCO de 33,77 vatus) et d'une marge pour la coopérative fixée à 2 vatus/kWh ;
- Les économies réalisées par les utilisateurs actuels de groupes électrogènes sur Port Olry (5 groupes essence et 2 groupes diesel) ont été calculées par différence entre le prix de revient estimé du kWh produit actuellement par les groupes et le prix de vente du kWh produit par la coopérative ; le prix de revient actuel moyen des kWh produits par les groupes de Port Olry est estimé à 90 vatus/kWh provenant de 56 vatus/kWh pour le carburant, de 30 vatus/kWh pour l'amortissement du groupe et de 4 vatus/kWh pour la maintenance ; de même, le prix de revient du kWh pour le forage est estimé à 64 vatus/kWh se décomposant en 42 vatus pour le carburant, 17 vatus pour l'amortissement et 5 vatus pour la maintenance ;
- Les économies réalisées par les pêcheurs ont été calculées sur la base de leur consommation actuelle de glace, 72 barres de 7 kg par semaine, en soustrayant le prix de vente de la coopérative du prix auquel ils payent la glace actuellement ; le prix de vente de la coopérative a été fixé en ajoutant une marge au coût de production.

58. Sous ces hypothèses¹⁸, on obtient une estimation des gains obtenus respectivement par chaque type d'acteur du fait de l'utilisation d'électricité et/ou de cocofuel à volumes d'activité constants :

¹⁸ Les différentes hypothèses détaillées au § précédent peuvent être modifiées dans la feuille de calcul en changeant une ou plusieurs des variables de contrôle. Ces variables sont indiquées en rouge pour une identification plus aisée

Tableau n° 3 : gains annuels correspondant à chaque type d'acteurs
en maintenant le niveau d'activité actuel

Type d'acteurs	Montant des gains ou pertes en vatus/an
Meilleure valorisation du coprah pour les producteurs	600.000 vatus
Salaires versés	800.000 vatus
Economie sur l'achat de barres de glace à volume constant	1.000.000 vatus
Economie de combustible pour les taxis	2.030.000 vatus
Economie pour les actuels utilisateurs de groupes électrogènes	925.000 vatus
Marge pour la coopérative	620.000 vatus
Total des gains pour les différents types d'acteurs de Port Olry	5.975.000 vatus
Perte de recettes fiscales pour gouvernement	1.250.000 vatus
Réduction du déficit de la balance commerciale	3.150.000 vatus

Source : estimations réalisées par la mission

59. Les bénéfices agrégés au niveau de Port Olry sont estimés à près de 6 millions de vatus par an, dont 2 millions d'économie de carburant pour les taxis, un million d'économie pour les pêcheurs sur les achats de glace, un million d'économie pour les utilisateurs actuels de groupes électrogènes, 800.000 vatus sous forme de salaires distribués, 600.000 vatus de marge d'exploitation pour la coopérative et 600.000 vatus pour les coprahculteurs du fait d'une meilleure valorisation de leur production. On voit ainsi de manière évidente que les bénéfices attendus de la mise en place d'une unité de transformation du coprah vont bien au-delà de la seule amélioration de la valorisation du coprah pour les producteurs, et que celle-ci ne représente que 10% de l'ensemble des bénéfices attendus. Il faut rappeler de plus que ne sont chiffrés ici que les bénéfices attendus à volume d'activité constant, et qu'un effet d'entraînement devrait se faire sentir sur divers aspects de l'activité productive villageoise.

L'incidence budgétaire d'un tel scénario est légèrement négative ; la perte de recettes fiscales est estimée à 1,1 million de vatus, essentiellement due à un manque à gagner sur la taxe parapétrolière de 26 vatus par litre. En contrepartie, le déficit de la balance commerciale est réduit d'un peu plus de 3 millions de vatus. La feuille de calcul (annexe 16) permet d'apprécier l'incidence de certains paramètres sur le solde budgétaire : dans le cas de figure décrit, une augmentation de la taxe sur le cocofuel de 5 vatus par litre réduit le déficit budgétaire de 1,1 à 0,8 million de vatus. Ce déficit pourrait être encore réduit si le Vanuatu participait au mécanisme de développement propre du protocole de Kyoto de 1997.

III.3. Description des actions complémentaires destinées à valoriser la production

60. Comme indiqué précédemment, le projet ne saurait se limiter à la seule mise en place de l'unité de production d'huile et d'électricité. Les différentes actions complémentaires nécessaires au bon fonctionnement du projet sont évoquées ici. Elles poursuivent des objectifs divers :

- Actions sur la qualité du coprah. L'amélioration de la qualité du coprah est stratégique, tant pour garantir la qualité de l'huile et le bon fonctionnement du générateur que pour obtenir de meilleures conditions de vente pour le coprah non utilisé sur place ;
- Actions sur la commercialisation du coprah : les meilleures conditions de vente passent également par l'amélioration des circuits de commercialisation et l'organisation des producteurs en vue de ventes groupées ;
- Actions de valorisation de l'huile à des fins autres qu'énergétiques. De petites quantités de l'huile produite par la mini-huilerie peuvent être valorisées sous d'autres formes que le biocarburant : huile de friture, huile biologique (organic coconut oil), savon, shampoing ;
- Actions de diversification sous forme de produits autres que le coprah : lait, huile vierge, coco rapé, chips de coco, fibres et cordes, charbon de coque et bois de cocotier.

Actions sur la qualité du coprah

61. Les actions portant sur l'amélioration de la qualité du coprah sont indispensables pour garantir une huile performante en tant que biocarburant. L'utilisation énergétique d'huile de coco dans les moteurs diesel requiert l'emploi d'une huile répondant à des spécifications « cocofuel » précises, c'est à dire d'une huile de première qualité ; cela implique la mise en place d'actions visant à l'amélioration de la qualité du coprah tout au long de la chaîne de production. Elles auront également un effet bénéfique sur la part importante du coprah qui ne sera pas utilisée dans la mini-huilerie et qui continuera donc d'être commercialisée auprès du COPV ou du VCCE : les défauts de qualité font en effet l'objet de réfections de la part des acheteurs, et un effort de meilleure valorisation de la production passe par l'amélioration de la qualité du coprah. Les producteurs rencontrés à Port Olry et Lorevulko sont tout à fait conscients de cela et se sont d'ores et déjà engagés dans une campagne d'amélioration de leurs séchoirs, dans le cadre de la coopérative. Cependant, bien que le séchage soit une étape clef pour garantir une bonne qualité du coprah, celle-ci est le résultat final de l'ensemble des soins apportés tout au long de la chaîne de production :

- au champ (entretien de la cocoteraie, fréquence des tours de récolte)
- au séchage (séchage rapide et bien conduit sur un four à air chaud en bon état)
- après séchage (stockage du coprah dans de bonnes conditions)

Une description détaillée des actions destinées à améliorer la qualité du coprah est présentée en annexe 8, ainsi qu'une charte de qualité utilisée dans les Iles Loyauté, à titre d'exemple. Ne sont évoqués ci-dessous que les éléments principaux.

La qualité dépend du niveau de maturité des noix et des soins apportés au champ

62. La maturité des noix est un élément important de la qualité. La sur-maturation qui intervient lors du séjour au sol des noix tombées entraîne une dégradation de l'amande (pertes de coprah et baisse de sa teneur en huile). Il serait donc souhaitable de ramasser et de décoquer le plus souvent possible les noix tombées, mais il faudrait pour cela que les producteurs soient sûrs de trouver dans les plantations suffisamment de noix pour lancer une opération de préparation de coprah qui justifie le déplacement d'une équipe. Il existe à l'évidence un lien entre productivité de la parcelle et qualité du coprah produit : plus un champ est productif et plus souvent son propriétaire récoltera ses noix qui seront à bonne maturité. Les actions agronomiques visant à augmenter la productivité des cocoteraies devraient donc avoir indirectement une incidence positive sur la qualité du coprah.

La qualité dépend de la façon dont le séchage est opéré

63. Tant qu'elle est incluse dans une noix vivante, la qualité de l'huile présente dans l'amande fraîche reste optimale, mais l'ouverture de la noix entraîne la libération d'enzymes capables de dégrader l'huile vierge ainsi que son exposition aux attaques microbiennes. Le séchage doit alors intervenir le plus rapidement possible pour stabiliser le produit. Il doit être réalisé rapidement mais sans brûler le coprah et sans le polluer. Un coprah de première qualité doit donc être séché sur un séchoir à air chaud, dans lequel ce ne sont pas les gaz de combustion qui traversent la couche de coprah mais de l'air chauffé préalablement par un tube étanche (pipe) installé entre le foyer et la cheminée. Ce tube doit être étanche et les fumées de combustion doivent être rejetées au dessus du toit du séchoir.
64. La bonne conduite du séchage repose sur le respect des 4 consignes suivantes qui ne sont pas toujours respectées localement :
- La couche d'amande ne devrait pas dépasser 20 à 25 cm d'épaisseur, mais elle est souvent plus épaisse (30 cm et plus), du fait de l'installation de rehausses sur les plat-bords des beds ;
 - Le chauffage doit être régulier, ce qui nécessite l'allumage de plusieurs feux successifs, entre lesquels la couche d'amande est retournée ;
 - Le retournement du coprah doit être fréquent, toutes les 6 heures, et ce d'autant plus que la couche est épaisse ; les séchoirs visités à Port Olry et Lorevulko présentent un grillage à mailles soudées porté par des plaques Summerfield qui freinent le passage de l'air ; le retournement devrait être d'autant plus fréquent ;
 - La durée du séchage doit être suffisante, de l'ordre d'une trentaine d'heures, pour sécher à moins de 7% d'humidité.

La qualité peut se dégrader rapidement

65. L'obtention de coprah de qualité supérieure demande des efforts (investissement, soins attentifs) ; par contre, la dégradation d'un lot peut survenir sans qu'on y prenne garde, très facilement, par simple négligence ou inattention :
- en cas de réhydratation (stockage sur un sol humide, mouille par la pluie au cours du transport...)
 - suite aux attaques d'insectes parasites des stocks (lieu de stockage non nettoyé régulièrement, utilisation de sacs parasités)
 - après un stockage de longue durée (mais c'est rarissime chez les producteurs...).
- Il est impossible d'obtenir un bon coprah à partir d'un lot de mauvaise qualité, mais il est très simple de laisser se dégrader un bon produit.

Action sur la commercialisation du coprah

66. D'autres pistes d'action portent sur l'amélioration des conditions de commercialisation du coprah qui ne sera pas trituré par la mini-huilerie. Les stratégies de commercialisation sont jusqu'à présent très individuelles, et chaque producteur opère de manière isolée que ce soit pour le transport jusqu'à Luganville ou dans sa négociation avec l'acheteur final. N'ayant que

de faibles quantités à proposer, les producteurs de la zone de Port Olry et de Lorevulko sont en position de faiblesse au moment de négocier de meilleures conditions de transport et d'achat de leur production. Une discussion rapide avec les acheteurs de coprah a indiqué quelques actions portant sur l'organisation susceptibles de donner aux producteurs de meilleurs prix pour leur coprah :

- Valorisation de la qualité : les acheteurs se déclarent prêts à acheter plus cher du coprah de première qualité, mais cela pose le problème de sa reconnaissance à l'achat : établissement de standards de qualité (quality chart) reconnus par toutes les parties, capacité de négociation avec les acheteurs (qui dépend beaucoup des volumes proposés à la vente). Le cas de CL Agency constitue un bon exemple, qui obtient une prime de plus de 2000 Vt/t de son coprah séché « HAD » (hot air dried).
- Réduction des coûts de commercialisation : les coûts de commercialisation (ensemble dépenses engagées et coûts de négociation) dépendent de plusieurs facteurs, listés ci-dessous :
 - o volume de coprah : dans le contexte actuel de concurrence féroce entre acheteurs, l'intérêt que représente un lot à l'achat est directement proportionnel à son volume. En d'autres termes, l'acheteur consentira d'autant plus d'efforts à l'achat que la taille du lot sera importante. En ce sens, le regroupement des producteurs au sein de Lorycoop devrait être favorable en permettant la constitution de lots de plus grande taille.
 - o Programmation de la production : aucun producteur n'étant capable de préparer seul plus d'une tonne de coprah à la fois, l'obtention de quantités substantielles passe par la programmation des opérations de production de coprah (coordination en fonction d'engagements pris auprès de(s) acheteur(s)).
 - o Réduction des coûts de transport : la préparation de lots de taille substantielle selon les arrangements négociés avec l(es) acheteur(s) permet d'envisager des modes de transport moins coûteux au niveau de l'évacuation vers Luganville : camion de 10 tonnes affrété par la coopérative ou encore envoyé par l'acheteur pour un prix intéressant convenu à l'avance.
- Transfert à la coopérative de la capacité de négociation des producteurs : d'une façon générale, l'émergence de la coopérative Lorycoop devrait permettre une meilleure valorisation de la production, si bien sûr les coopérateurs délèguent à la coopérative le soin de les représenter au stade de la commercialisation, notamment en matière de négociation des conditions de mise en marché.

Actions de valorisation de l'huile à des fins autres qu'énergétiques

67. La mini-huilerie devra être largement dimensionnée, afin de disposer d'une grosse marge de sécurité quant à l'approvisionnement du générateur en huile de coprah. Cela implique qu'il y aura très probablement plus d'huile produite que ce que nécessitent les seuls usages énergétiques. Ces excédents d'huile, qu'il conviendra toutefois de contenir dans des limites raisonnables, pourront être valorisés de la manière suivante (voir annexe 9) :

- huile de friture
- fabrication de savon et shampoing
- et, dans une perspective d'exportation, huile biologique (organic coconut oil)

Par ailleurs l'activité d'extraction d'huile produira également du tourteau, qu'il conviendra de chercher à valoriser.

Huile de friture

68. Une enquête rapide auprès de la coopérative de consommation de Port Olry (voir annexe 9) a permis d'estimer la consommation d'huile de cuisine à Port Olry à un litre par famille et par mois. Actuellement, les besoins sont satisfaits par de l'huile importée (oléine de palme, huiles de tournesol ou de soja), chère : 300 à 400 vatus/litre selon le conditionnement. La plus grande partie de cette huile sert à la confection de fritures de poisson, ou de viande. L'un des objectifs du projet pourrait être de substituer une partie de cette huile importée par l'huile de coprah produite par la coopérative.
69. Cette substitution fait toutefois l'objet de certaines réticences. L'huile de coco est bien adaptée à la friture, mais elle est peu utilisée en cuisine au Vanuatu car elle souffre d'une image négative auprès des consommateurs : c'est une huile au goût prononcé, qui n'intéresse que les personnes ne pouvant s'offrir de l'huile raffinée. Il faudra donc « positiver » vigoureusement l'image de cette huile (campagne de type *aelan kaikai*) si l'on veut développer ce débouché. Cela passera sans doute par des efforts à réaliser au niveau de la qualité (désodorisation partielle de l'huile), de la présentation du produit (flaconnage de bonne qualité) et du prix (qui doit être très inférieur à celui de l'huile importée). Si Lorycoop adopte cet objectif commercial, l'on peut estimer le débouché local de l'huile alimentaire à quelques centaines de litres par mois (il y aurait environ 300 familles installées à Port Olry et Lorevulko).
70. La production d'huile alimentaire à Lorycoop pourrait permettre en outre de développer des activités commerciales dans le secteur alimentaire : préparation de spécialités comme le poisson frit ou les beignets, à vendre dans et hors du village (marché villageois du week-end, marché mensuel de Luganville, approvisionnement du kiosque de restauration (*stall*) à Luganville). Le développement de ce type d'activité de transformation intéresse surtout les femmes, mais, au delà des revenus générés, il permettrait d'écouler des productions locales concernant toute la population : sardines, maquereaux (poisson frit), manioc frais ou bananes (pour la préparation de chips), farine de manioc incorporée (confection de beignets).

Fabrication de savon et de shampoing

71. Les estimations placent la consommation de Port Olry aux environs de 140 kg de savon par mois. Le savon vendu est en majorité importé (de pays d'Asie du Sud-est), mais une partie est fournie par le VCP (Vanuatu Coconut Products)¹⁹. Les éléments suivants permettent d'éclairer l'éventualité de démarrer une production de savon à Port Olry :
- Les consommateurs de PO connaissent et utilisent déjà le type de savon obtenu par le procédé marseillais ; il n'y a donc pas de risque commercial à redouter sur ce plan
 - Les femmes de Port Olry ont déjà une expérience de fabrication de savon et pourraient donc faire du savon de qualité similaire à celle du savon de VCP
 - Par contre, il n'est pas évident que l'activité génère une marge vraiment incitative : les prix de vente devront être alignés sur ceux de la concurrence (VCP en particulier), qui bénéficie d'économies d'échelle (achats de produits et ingrédients -soude, colorant- et de fournitures -papier d'emballage).

¹⁹ Le VCP est une unité de transformation des produits du cocotier liée au VCMB.

- Une fois la fabrication de savon bien maîtrisée, l'atelier de savonnerie pourrait diversifier sa production : shampoing, savon noir pour gros nettoyages, etc.

Production d'huile biologique

72. La demande en produits « biologiques » (organic products) est en croissance constante dans les pays du Nord, où les consommateurs sont prêts à payer plus cher un produit qui se différencie du « tout venant ». De par les pratiques agricoles en vigueur et du fait de sa situation d'isolement par rapport à des activités polluantes, la cocoteraie de Port Olry répond parfaitement aux spécifications « organic product », mais il faut obtenir une certification préalable à la commercialisation. La demande de certification individuelle est toutefois un processus long, laborieux et coûteux, inabordable pour un producteur isolé. Heureusement, il semble que dans le Pacifique sud (et en particulier au Vanuatu) la certification individuelle des producteurs ne soit pas exigée et qu'il soit possible de certifier tout un groupement de producteurs, comme Lorycoop. C'est en tout cas ce qu'a réussi à faire KAOKA à Malicolo, où le Projet a fait certifier « organic cocoa » tout un ensemble de parcelles de cacaoyers appartenant à différents producteurs adhérents au groupement coopératif.
73. L'huilerie devant être installée à Lorycoop pourra produire bien au delà des volumes prévus pour l'usage « cocofuel », ce qui permettra d'explorer les possibilités d'obtenir une meilleure valorisation sur d'autres créneaux. En particulier, il faudrait évaluer les conditions requises pour pouvoir placer certaines quantités d'huile sur des marchés de niche dans la zone Pacifique (Australie, Japon, Etats Unis, Canada). Des contacts pourraient être pris également avec de grandes organisations non gouvernementales européennes qui assurent la promotion de ce marché en Europe.

Production de tourteau

74. L'extraction des produits oléagineux génère un sous-produit déshuilé, le tourteau. En conditions industrielles, avec double pressage mécanique, une tonne de coprah donne 600 à 630 kg d'huile brute et 300 à 330 kg de tourteau à 10-15 % d'huile (selon qualité initiale du coprah et façon d'opérer l'extraction). Dans le cas de Lorycoop, il est prévu d'installer une unité d'extraction de petite capacité, dont les performances seront inférieures (extraction en simple passage, régime discontinu de fonctionnement, inexpérience des opérateurs). Dans ces conditions, l'extraction d'une tonne de coprah devrait donner 450 kg de tourteau riche en huile, dont la composition serait approximativement la suivante : 50% de matières cellulosiques, 25 à 30% de matières grasses et 17% de protéines.
75. Ces caractéristiques ont les implications suivantes :
- Du fait de sa forte teneur en cellulose, le tourteau de coprah est mieux valorisé par les polygastriques (ruminants) que par les monogastriques (volailles, porcs, chevaux)
 - La teneur élevée en huile a deux conséquences : capacité de conservation limitée (rancissement) et forte valeur énergétique (qui est bien valorisée pour l'alimentation des animaux travaillant ou des femelles en gestation ou encore pour l'engraisser des bœufs)
 - La teneur limitée en protéines fait du tourteau un aliment peu adapté à l'alimentation des animaux en croissance.

- D'une façon générale, ce produit présente une valeur énergétique très élevée et une composition déséquilibrée qui en limitent l'emploi à certains usages, sauf si il est utilisé comme composant dans une formulation.

76. En conclusion, l'on peut donc envisager de valoriser ce tourteau en le vendant aux éleveurs locaux pour emploi en embouche de bovins avant abattage ou pour l'engraissement de porcs.

Diversification des produits du cocotier

77. Au Vanuatu comme dans la majorité des pays producteurs, le coprah constitue le débouché majeur de la cocoteraie. Pourtant, le cocotier est adapté à de multiples usages et il permet d'obtenir bien d'autres produits :

- par transformation en voie humide : crème, lait et huile vierge ; coco râpé déshydraté, chips de coco, coco confit, candies
- par traitement de la bourre : fibre, cordes et géotextiles
- par traitement de la coque : charbon, artisanat d'art
- et en exploitant le bois de cocotier.

L'annexe 10 présente en détail les conditions de valorisation du cocotier en dehors du coprah. Le texte ci-dessous en présente une synthèse.

Transformation par voie humide

78. Cette famille de procédés de transformation regroupe toute une série de technologies qui valorisent l'amande fraîche. On peut ainsi obtenir divers produits tels que de la crème et du lait, par pressage de l'amande râpée (et des produits dérivés comme du fromage frais, cf. recette donnée en annexe 10), de l'huile verge, des candies et nougats (par cuisson douce de la crème), du coco râpé, des chips de coco et du coco confit. Il est intéressant de signaler que la préparation de ces produits nécessite l'emploi d'appareils dont plusieurs sont communs à différents procédés et, qui peuvent donc être utilisés pour d'autres transformations, telles que le râpage du manioc et autres tubercules, l'extraction d'autres huiles (arachide ou nangai) ou de jus de fruits, la friture de poissons et la fabrication de confitures.

Traitement de la bourre et de la coque

79. Au Vanuatu, l'extraction de l'amande se fait généralement en fendant la noix en deux, ce qui rend difficile la valorisation des bourres et des coques. Les demi enveloppes composées d'une demi-bourre avec une demi-coque collée à l'intérieur n'ont guère d'usage, sauf pour préparer des chips qui constituent un excellent support de croissance pour la culture hydroponique horticole en serre (growing medium), mais de faible masse volumique, d'où des coûts de transport importants dans une situation isolée comme Port Olry. Le développement de produits nouveaux au Vanuatu, comme les ficelles et cordes issues du traitement de la fibre de coco ou encore le charbon de coques, n'est guère envisageable du fait des techniques d'extraction de l'amande en vigueur.

Valorisation du bois de cocotier

80. Le « bois » de cocotier est une essence esthétique très appréciée, avec laquelle on réalise des meubles et objets de grande qualité, qui offrent une très belle présentation. Les principales utilisations sont l'ébénisterie (meubles massifs), les parquets, les petits objets et ustensiles, l'artisanat (handicraft), ainsi que la production de madriers et de chevrons pour la

construction. Une dernière utilisation est d'ordre culinaire : le bourgeon terminal des cocotiers, ou « cœur de coco » est un produit typique de la gastronomie asiatique et pacifique, qui peut être valorisé en restauration (zones touristiques, comme Port Vila).

81. L'exploitation du bois de cocotier présente toutefois certaines difficultés : il faut des arbres âgés de 50 ans et plus, ayant poussé lentement et non blessés superficiellement ; le bois de cocotier comporte une grosse proportion de silice et est très abrasif ; son exploitation (sciage ou autre travail de préparation et finition) demande des outils réalisés en aciers spéciaux (carburés ou stellités) dont l'affûtage nécessite un matériel adapté ; enfin, ce bois doit être soigneusement traité contre les champignons et les insectes pour améliorer sa durabilité. Toutes ces difficultés s'opposent au développement rapide d'une valorisation du bois vers des fournitures à haute valeur ajoutée, qui devra être revu ultérieurement.
82. Traité de façon simple (tronçonneuses et outils à main), le bois de cocotier donne du bois d'œuvre ne présentant pas d'intérêt particulier et entrant en concurrence directe avec les essences classiques abondantes dans la région, plus faciles à travailler. C'est pourquoi, en l'état actuel des choses, cette piste de valorisation ne semble pas offrir un potentiel suffisant pour être proposée comme alternative de diversification porteuse justifiant l'implication du Projet.

III.4. Les interventions agronomiques dans les plantations

Les points forts du secteur productif

83. Les cocoteraies de la zone de Port Olry et Lorevulko présentent un certain nombre de caractéristiques favorables :
- Il existe un réseau dense de bonnes pistes sur l'ensemble du bassin de production.
 - Les plantations adultes sont en règle générale bien installées (à bonne densité) et bien entretenues grâce à la pratique du pâturage et au brûlage des bourres et des palmes dans les plantations.
 - Il existe une réserve foncière encore importante pour les jardins et l'extension des plantations.
 - Le matériel végétal local (Grand Vanuatu) a un bon potentiel productif. Les planteurs réalisent eux-mêmes une sélection des meilleurs arbres mères portant de nombreuses noix à forte teneur en coprah pour étendre leur plantation.

Les points faibles

84. Ces cocoteraies présentent également certains aspects négatifs :
- Il existe de larges étendues de plantations improductives près du littoral et de Port-Olry.
 - On observe un éloignement croissant et une dispersion des plantations et des jardins exploités par les populations de Port-Olry. Le temps nécessaire pour rejoindre à pied ces lieux de production est important et explique le recours fréquent à des véhicules de transport pour acheminer divers produits (coprah vert, bois de chauffe pour les séchoirs ou l'usage domestique, produits des jardins) vers Port-Olry ou les lieux de séchage du coprah.

- A l'exception des plantations bordant la mer et de celles situées au nord du bassin, la cocoteraie est affectée par un champignon parasite (*Corticium*) qui provoque un dessèchement des folioles et une chute prématurée des feuilles âgées. Ceci affecte significativement les rendements en noix. La virulence du parasite semble liée aux conditions climatiques et en particulier à une humidité relative élevée. Il n'existe pas de traitement ni de matériel végétal disponible résistant à ce parasite. On observe aussi des dégâts de rats mais de peu d'incidence sur la production.

Quelques pistes possibles pour améliorer la production

Replantation et extension de la cocoteraie

85. La zone littorale et la cocoteraie résiduelle autour de Port Olry, qui sont quasiment improductives à l'heure actuelle, pourraient être replantées afin de rapprocher les cocoteraies du village et des unités de séchage. Une tentative de replantation a été récemment menée avec succès sur le domaine de la Mission catholique à l'entrée de Port Olry. Dans les zones les plus dégradées, les vieilles cocoteraies pourraient, dans un premier temps, être complantées avec des légumineuses arbustives à pousse rapide qui fourniraient ainsi du bois de chauffe pour la cuisine et le séchage des produits agricoles, des matériaux de construction, du fourrage pour les animaux ainsi que de l'humus. L'amélioration de la fertilité qui en résulterait pourrait être mise à profit pour la replantation de cocotiers destinés aux besoins domestiques ainsi qu'à l'installation de petits jardins potagers.
86. Dans les zones fertiles de plateau où l'on assiste encore à l'extension des plantations, on pourrait proposer des dispositifs de plantation compatibles avec le maintien, à l'âge adulte, de cultures vivrières associées avec le cocotier. Cela consiste principalement à augmenter les écartements entre lignes de cocotier (10 à 12 m) afin de minimiser la compétition entre les cultures. Ailleurs au Vanuatu, de nombreuses plantes sont fréquemment associées aux cocotiers adultes : taro Fiji, manioc, bananes et plantains, chou canaque et plus rarement la patate douce, ainsi que des cultures de rente comme le kava.

L'utilisation de matériel végétal amélioré

87. Précoce, productif, le matériel végétal amélioré permet d'assurer une production élevée sur une surface limitée, libérant ainsi les terres fertiles pour d'autres cultures. La faible rentabilité actuelle de la production de coprah a entraîné une forte baisse de la demande de plants de variétés améliorées produites par le VARTC. Le frein principal à la diffusion de ce matériel est actuellement le coût du transport. Un pick up ne pouvant contenir qu'une quarantaine de plants, un plant de 8 mois vendu au prix modique de 120 vatus au VARTC, revient à environ le double livré à Port Olry. Le groupage des commandes et des transports par la coopérative devrait faciliter l'accès à ce matériel végétal sélectionné.
88. Le Grand Vanuatu amélioré produit par le VARTC présente les caractéristiques suivantes (en station) :
 - Première production à 5 ans
 - Nombre de noix = 75 à 85
 - Coprah par noix = 190 g à 205 g
 - Coprah par arbre = 15 à 17 kg
 - Coprah par hectare = 2,1 à 2,4 tonnes (à raison de 143 arbres par ha)
 - 5.600 noix sont nécessaires pour obtenir une tonne de coprah.

La précocité est améliorée par rapport au Grand Local tout-venant. Les rendements sont 15 à 20% plus élevés et le contenu en coprah de la noix est augmenté, ce qui diminue la pénibilité et les temps de travaux pour le décoquage. Une fois la plantation installée, ce matériel végétal a le gros avantage de pouvoir être multiplié par les fermiers à partir des noix ramassées sous les arbres. Chaque parcelle constitue alors un champ semencier de Grand Vanuatu amélioré (pour peu que l'on ne choisisse que les arbres au centre de la parcelle).

Si la demande est suffisante, un plan de relance de la production d'hybride Grand Vanuatu x Grand Rennell, pourrait être envisagé. Cette production nécessite la mise en route de pollinisation assistée sur les champs semenciers du VARTC. La distribution de plants ne pourrait donc avoir lieu que 18 mois après la décision de relance. Leur coût est plus élevé (180 vatus/plants). Ce matériel végétal est remarquable par sa précocité (il produit à 4 ans) et donne de grosses noix faciles à décoquer :

- Première production à 4 ans et demi
- Nombre de noix = 80 à 90
- Coprah par noix = 210-230 g
- Coprah par arbre = 18-21 kg
- Coprah par hectare = 2,5 à 3 tonnes /an (143 pieds/ha)
- 4.400 noix sont nécessaires pour obtenir une tonne de coprah

La coopérative pourrait organiser une visite des champs de comportement variétal du VARTC qui permettrait aux producteurs de se faire une idée de la valeur du matériel végétal amélioré disponible au Vanuatu.

89. Si des planteurs peuvent avoir accès à un point d'eau, il est envisageable de fournir des noix de semences améliorées à moindre coût (30 et 45 vatus par noix selon le type de matériel) pour installer des pépinières villageoises. Il serait alors souhaitable que des formations à la conduite des pépinières soient assurées par des techniciens du VARTC. En effet, ce stade est décisif pour sélectionner les meilleurs plants et obtenir des plantations homogènes et d'une productivité optimale. Cette formation serait aussi utile dans le cas d'une sélection par les planteurs dans leurs propres champs.

La fertilisation

90. L'apport d'engrais chimique et en particulier potassique pourrait permettre de relever substantiellement (+20 à 30%) le niveau de production des plantations âgées de 10 à 40 ans. Cependant, compte tenu des prix respectifs du coprah et des engrais (120 vatus le kg de KCl à Luganville), cette opération n'est pas rentable. Une alternative plus réaliste consisterait à utiliser les cendres de bourres, qu'on peut récupérer en grandes quantités au niveau des foyers des séchoirs. En tout état de cause, une utilisation économiquement rentable des engrais chimiques n'est envisageable que dans le cas d'une meilleure valorisation de la noix et l'obtention d'un prix du coprah d'au moins 40.000 vatus la tonne.

L'amélioration du système agro-pastoral

91. Afin de mieux valoriser le système agro-pastoral, on peut améliorer les pâturages sous cocotier par l'emploi des plantes fourragères de meilleure valeur nutritive et tolérantes à l'ombrage. L'ajustement des écartements peut aussi constituer une solution pour des pâturages héliophiles. Le coût d'acquisition de clôtures constitue le principal frein au développement de l'élevage. Le projet pourrait apporter une assistance sous forme de crédit.

IV. Analyse des risques du projet

92. La mise en œuvre du projet selon les spécifications décrites au chapitre précédent peut se trouver hypothéquée par l'existence de certains problèmes ou facteurs limitants qui doivent être identifiés afin de réduire les risques d'échec du projet. L'identification des problèmes potentiels permettra en effet d'envisager des mesures d'accompagnement destinées à les atténuer, afin de créer les conditions favorables au bon déroulement du projet. Suite aux échanges avec les habitants de Port Olry et Lorevulko, mais aussi avec divers interlocuteurs institutionnels, et au vu d'expériences antérieures de projets de biocarburant (notamment en Nouvelle Calédonie et aux Fidji), la mission prend en considération 4 types de risques principaux :

- Les risques liés à une méconnaissance du fonctionnement technique de la mini-huilerie ;
- Les risques liés à des problèmes de gestion et d'organisation au sein de la coopérative ;
- Les risques liés au contexte institutionnel et aux relations avec divers partenaires potentiels ;
- Les risques sur la viabilité économique de la mini-huilerie

Un cinquième type de risque est abordé en fin d'analyse : l'impact du projet sur l'environnement.

IV.1. Les risques liés à une méconnaissance du fonctionnement technique de la mini-huilerie

93. Une première série de risques d'échec du projet de valorisation du coprah sous forme énergétique vient d'une éventuelle absence de maîtrise technique des équipements de l'unité de transformation. La conduite au quotidien d'une telle unité demande en effet une connaissance de base des équipements, afin d'assurer qu'ils seront utilisés dans de bonnes conditions et qu'ils ne seront pas endommagés prématurément. Le constat fait par la mission qu'il existe une certaine « technicité intégrée » à Port Olry est rassurant à cet égard. Cette technicité provient de l'environnement technologique présent et utilisé quotidiennement :

- les taxis qui amènent le besoin d'entretien courant et de petites réparations ;
- la dizaine de petits générateurs qui « familiarisent » quelques opérateurs au fonctionnement et à l'usage de l'électricité ;
- les scieurs de bois, qui se louent à la tâche, qui sont sensibilisés à des matériels exigeants en réglages et entretien ;
- les moteurs hors-bord des 6 bateaux de pêche. Ce sont des moteurs coûteux et fragiles nécessitant un entretien constant et une main d'œuvre spécialisée pour toute réparation ;
- une main d'œuvre qualifiée existe à Port Olry, constituée de mécaniciens formés (collège Saint Michel + INTV de Vila) dont certains interviennent sur les taxis, les bateaux et les petits générateurs ; ils devraient être en mesure d'assurer l'entretien des équipements du projet.

94. Cet ensemble fait que les aspects basiques liés à la mécanique et, dans une moindre mesure, à l'électricité sont déjà maîtrisés par au moins une partie de la population. Il en est de même pour les notions d'adéquation d'usage, de pannes, de maintenance et dans une certaine mesure, de coûts d'entretien et de réparation/remplacement. Cet élément positif doit toutefois être nuancé par le constat du faible niveau d'outillage spécialisé, d'une mauvaise connaissance des circuits de fourniture de pièces de rechange et plus globalement d'une mauvaise appréciation des coûts d'investissement (des équipements techniques). De plus, s'il

existe un bagage technique concernant la mécanique, il y a peu ou pas d'usage de puissance électrique à Port Olry donc peu de compétences en électricité. C'est un secteur qui nécessitera l'appui de professionnels et de la formation continue.

La formation liée aux technologies amenées par le projet

95. Quatre domaines pour lesquels un appui en formation est souhaitable ont été identifiés comme mesures d'accompagnement dans le cadre de ce projet :

- La préparation et la trituration du coprah
- La filtration et le stockage de l'huile
- La production d'électricité à partir d'un groupe électrogène
- L'utilisation et la distribution d'électricité

Le contenu de ces formations est décrit dans l'annexe 11

96. De par sa maîtrise des thèmes techniques précédemment mentionnés, UNELCO devrait être amené à jouer un rôle important dans ces actions de formation. Son intervention pourrait comprendre des formations de départ, mais il est stratégique d'envisager également une formation continue sous des formes et des durées à définir (par exemple des sessions semestrielles à Port Olry ou dans les locaux d'UNELCO).

Une formation continue devra être organisée également pour les deux premiers domaines.

IV.2. Les risques liés à des problèmes de gestion et d'organisation au sein de la coopérative

97. Une autre source potentielle d'échec du projet réside dans les problèmes liés au fonctionnement global de l'unité opérationnelle. Ces problèmes peuvent porter sur la gestion des différentes opérations (approvisionnement en coprah, gestion des stocks, suivi du fonctionnement des équipements, vente de la production), mais aussi sur le niveau de contrôle exercé par les membres de la coopérative sur l'équipe technique en charge de l'unité. Quelques antécédents en cette matière méritent d'être mentionnés ici pour en tirer les enseignements :

- Un projet canadien avait financé dans les années 80 une chambre froide et la production de blocs de glace pour appuyer le développement de l'activité de pêche au niveau de Port Olry. L'infrastructure ainsi mise en place cessa son activité peu après le départ de l'équipe du projet. Les explications fournies par les pêcheurs soulignent des problèmes de management (incompétence du manager local), mais aussi de manque de vigilance et de contrôle de la part des membres de la coopérative de l'époque. Dans ce contexte, le manque de formation, d'une part du manager sur des aspects techniques, d'autre part des adhérents sur les outils de contrôle, avait sans aucun doute contribué à l'échec du projet.
- D'autres expériences plus récentes viennent toutefois apporter un éclairage plus favorable sur les capacités de gestion et d'organisation au niveau villageois :
 - La réussite de la coopérative de consommation, mise en place depuis quelques années, qui gère de manière satisfaisante les fonds de roulement de la coopérative, le stock du magasin, l'utilisation d'un camion, et qui distribue en fin d'année des ristournes aux coopérateurs ;
 - Le bon fonctionnement du Comité Eau de Port Olry, qui assure la gestion des réserves en eau, sa distribution, et qui collecte les redevances de chacun (voir annexe 12) ;

- o Le Comité de développement, mis en place au niveau de Port Olry sous l'impulsion de la Mission Catholique, est une autre initiative visant à renforcer l'organisation villageoise et à favoriser l'émergence d'actions bénéficiant au plus grand nombre.

98. Ces différents éléments d'analyse tendent à indiquer que des progrès ont été accomplis en matière de gestion de projet et de prise de conscience de la nécessité d'exercer un contrôle sur l'activité des responsables de projet. POPACA devra veiller à ce que ces aspects ne soient pas oubliés lors de la mise en œuvre du projet ; il faudra notamment être attentif à ce que des actions de sensibilisation et de formation soient entreprises sur le thème de l'organisation de la coopérative, de la répartition des rôles de chacun, et de la nécessité d'un contrôle effectif (la formation sur les thèmes techniques pour l'équipe en charge du fonctionnement de l'unité ayant déjà été évoqués au § 84).

99. Un aspect crucial de l'organisation de la coopérative sera la gestion de la comptabilité ainsi que le suivi de toutes les opérations nécessitant un maniement d'argent : achat du coprah, vente des kWh, vente du cocofuel, achat des pièces de rechange, versement des salaires. Il faudra être particulièrement vigilant sur l'affectation de l'argent généré par l'activité, en ayant à l'esprit qu'une partie doit être mise de côté chaque année afin de disposer de la capacité financière de renouveler les équipements le moment venu. Deux points sont à suivre particulièrement :

- L'identification rapide du responsable financier de la coopérative et sa formation au suivi de la comptabilité ; il sera notamment important de le sensibiliser aux objectifs financiers de l'unité de transformation, et de lui préciser clairement le montant des sommes qu'il devra dégager chaque année, en sus du fonctionnement courant de l'activité, pour pouvoir racheter les équipements une fois hors d'usage ;
- Le suivi rapproché de POPACA sur ces aspects financiers, afin de vérifier que le tableau de marche des remboursements est bien respecté. Des rendez-vous réguliers doivent être fixés entre POPACA et les responsables de la coopérative pour s'assurer qu'il existe une bonne compréhension mutuelle de ces enjeux financiers.

IV.3. Les risques liés au contexte institutionnel et aux relations avec divers partenaires potentiels

100. D'autres risques d'échec du projet sont en relation avec le contexte institutionnel dans lequel le projet se situe et avec la nature des relations prévalant entre le projet et divers partenaires potentiels. Il est donc important d'évaluer ces différents éléments pour accroître la probabilité de réussite du projet.

101. L'attitude générale vis-à-vis de la valorisation de l'huile de coprah sous forme de biocarburant est plutôt réservée au Vanuatu, la plupart des acteurs de la filière ayant connaissance des échecs évoqués au § 18. Il est donc très important de mener une campagne d'information sur les causes de ces échecs et d'insister sur le fait que tous les échecs sont dus à des erreurs techniques et qu'ils auraient pu être facilement évités. Sans ce travail de sensibilisation, divers acteurs risquent de se montrer réticents et ne pas appuyer le projet comme ils le pourraient. L'adhésion des propriétaires des taxis de Port Olry est totalement vitale au succès de l'opération, vu la forte incidence des volumes traités sur l'abaissement des coûts de production unitaires.

102. Sans prétendre à l'exhaustivité, on évoquera ici l'importance stratégique de deux partenariats de nature différente, nécessaires à la bonne marche du projet.

- Le premier partenariat est avec le Gouvernement, notamment pour ce qui concerne l'utilisation de biocarburant dans les véhicules de Port Olry. Le Gouvernement prélève une taxe sur le carburant, de 26 vatus par litre, à laquelle s'ajoute une Taxe à la Valeur Ajoutée de 12,5%. Une généralisation de la substitution du gazole par du cocofuel poserait à l'évidence un problème important de recettes fiscales, et tout projet « biocarburant » doit être discuté avec le Gouvernement. Une expérience de distribution à la pompe d'un mélange de gazole et d'huile de coprah sur Port Vila a été récemment arrêtée par le Gouvernement pour des motifs fiscaux. L'option cocofuel doit donc être discutée avec le Gouvernement, et les modalités d'usage du biocarburant doivent être clairement définies d'accord partie. Une piste à explorer est de proposer de limiter dans un premier temps la distribution du cocofuel aux 13 taxis de Port Olry et de matérialiser ce bio-carburant à l'aide d'un marquage coloré.
- Le deuxième partenariat est avec l'UNELCO. C'est l'opérateur national chargé de la fourniture d'électricité et il possède une expertise reconnue dans la gestion et maintenance des équipements. Sa contribution potentielle sur des aspects de formation et d'accompagnement technique a déjà été évoquée au § 94 et il est nécessaire de formaliser un contrat avec cet opérateur pour préciser les modalités de son partenariat avec le projet.

103. La durabilité technique des équipements est un point qui dépend, au moins pour partie, des aspects institutionnels et de formalisation de partenariats. La durabilité technique dépend en effet de l'emploi d'équipements appropriés, éprouvés et commercialement disponibles ; elle dépend également d'une définition claire de la propriété des matériels et de la répartition des responsabilités pour l'utilisation et la maintenance des équipements. De nombreux cas de dégradation rapide d'équipements divers et variés sont dus au fait que divers acteurs intervenaient sur ces équipements sans qu'un propriétaire ait été clairement désigné pour en fixer les règles d'utilisation et de maintenance. De ce fait, il est capital que POPACA définisse le plus explicitement possible à qui appartiendront les différents équipements et comment se fera la maintenance.

104. De manière plus générale, POPACA devra établir des conventions de collaboration ou de contrats de service avec différents partenaires. L'annexe 11 détaille les besoins de formation des opérateurs techniques du projet et précise l'objet des collaborations que chaque acteur, spécialiste d'un des aspects abordés, pourrait être amené à prendre en charge. Sans prétendre à l'exhaustivité, on peut proposer le cadre de collaboration suivant :

- UNELCO, Motor Traders et/ou COPV pourraient intervenir dans la formation à la mise en route du projet et dans la formation continue ;
- Energy Unit pourrait être le conseiller de POPACA pour le projet sur les aspects institutionnels ;
- Le VARTC pourrait intervenir dans le conseil agronomique et l'appui à l'amélioration de la qualité du coprah
- Enfin, le CIRAD pourrait intervenir sur des aspects ponctuels de la mise en route ou du suivi, et/ou fournir une assistance globale sur la durée du projet sur la base d'un cahier des charges à définir.

IV.4. Les risques sur la viabilité économique de la mini-huilerie

105. Dernier aspect, mais non des moindres, il faut envisager les différents facteurs qui peuvent miner la rentabilité économique du projet. Les économies d'échelle sont importantes, on l'a vu au cours du chapitre III, et la transformation de quantités suffisantes de coprah est la condition nécessaire à l'obtention de coûts de production compatibles avec la vente des kWh et du cocofuel à des prix acceptables par les consommateurs. A l'évidence, la mise en œuvre de la seule première option, la fourniture de kWh pour une électrification partielle de Port Olry, ne présente pas de conditions satisfaisantes de viabilité économique : avec un coût de production du kWh de 69 vatus (hypothèses de 25 tonnes de coprah par an et un prix d'achat du coprah de 25 vatus/kg), les possibilités de développement local sont minimales. Le seul scénario envisageable est donc celui qui combine l'électrification partielle avec la fourniture de cocofuel aux taxis. Cela signifie que la condition de viabilité économique du projet est l'adhésion des taxis à l'idée d'utiliser un biocarburant à base d'huile de coco.

Les conditions de succès de l'option cocofuel

106. L'analyse des coûts de production au chapitre III a montré que, sous des conditions raisonnablement optimistes, l'unité de transformation est en mesure de produire de l'huile de coprah pour véhicules à des conditions qui peuvent intéresser les chauffeurs et propriétaires des taxis : pour une mobilisation annuelle de 155 tonnes de coprah et un prix d'achat de 25 vatus/kg, le litre d'huile revient à 66 vatus. L'estimation chiffrée d'une économie de carburant de l'ordre de 2 millions de vatus pour l'ensemble des taxis de Port Olry démontre que l'incitation peut se révéler suffisante pour entraîner leur adhésion. Les conditions de succès sont alors l'existence de certains pré requis :

- Une campagne d'information sur les raisons des échecs constatés au Vanuatu en général et à Santo en particulier (utilisation inadéquate de moteurs à injection directe) ;
- Une explication des conditions d'utilisation du cocofuel dans les véhicules (moteur à injection indirecte, *en bon état de marche* -pas usé-, nature des adaptations nécessaires) ;
- L'installation des kits d'adaptation aux véhicules candidats ;
- Le financement, ou pour le moins le préfinancement, des kits d'adaptation par POPACA ;
- La non concurrence du COPV dans la fourniture de cocofuel ; COPV dispose des installations et de la matière première pour distribuer du cocofuel²⁰ et pourrait profiter des investissements réalisés par le projet (mise aux normes techniques des véhicules) pour écouler une partie de sa production. Il est donc nécessaire de préciser les règles du jeu institutionnelles et de s'assurer de l'exclusivité de la distribution du cocofuel par la coopérative.

107. Le coût d'un kit d'adaptation est de l'ordre de 500 € (70.000 vatus) rendu Port Olry, auxquels il convient de rajouter 10.000 vatus supplémentaires pour la pose. Il paraît peu probable que les propriétaires des taxis soient disposés à payer comptant ces 80.000 vatus, et il faut donc concevoir un dispositif adapté. Plusieurs possibilités sont envisageables à cet égard :

- La première possibilité est de préfinancer les kits d'adaptation et d'augmenter le prix du litre de cocofuel de quelques vatus par litre pour récupérer progressivement les sommes avancées ; sur la base de 6.000 litres consommés par taxi et par an, et d'un remboursement étalé sur 3 ans, cela impliquerait une taxe de 4,5 vatus par litre. C'est

²⁰ Il est utile de rappeler que COPV a vendu un peu plus de 3.000 litres de cocofuel en 2003 au prix de 60 vatus le litre.

assez élevé et risque d'inciter certains taxis à s'approvisionner à COPV, ce qui pénaliserait le projet en entraînant une chute des ventes de cocofuel et l'augmentation du prix de revient.

- Dans ces conditions, l'on doit envisager une seconde possibilité pour supporter le coût d'adaptation des moteurs des taxis : prise en charge financière par POPACA du coût d'achat des kits d'adaptation et de leur pose, partiellement ou totalement. Cette subvention peut être aisément argumentée au vu de l'importance stratégique de la participation des taxis au projet de transformation du coprah et de la relative modicité du coût des kits en comparaison des sommes investies dans l'opération.

La sensibilité du projet au prix du coprah

108. Une hausse du prix du coprah sera naturellement bénéfique aux coprahculteurs en améliorant le revenu tiré de la vente de leur production. L'évolution récente constatée sur le dernier trimestre 2003 et le mois de janvier 2004 va dans ce sens, avec un prix d'achat par COPV et VCCE qui est passé de 22.000 vatus/tonne en septembre 2003 à 32.000 vatus/tonne en janvier 2004. La plus grosse partie de la production de la zone de Port Olry et Lorevulko restant commercialisée par les canaux traditionnels, la situation économique de producteurs s'en trouve nettement améliorée. La question est alors de savoir dans quelle mesure une telle hausse est à même de mettre en péril la viabilité économique du projet de mini-huilerie.
109. Bien que fort improbable, la remontée durable des cours mondiaux du coprah et de l'huile, entraînant l'augmentation du prix du coprah à Port Olry, pourrait avoir les conséquences suivantes sur la viabilité de la mini-huilerie : hausse des coûts d'approvisionnement en matière première, hausse du prix de vente de l'huile produite par la coopérative à un niveau tel que les taxis de Port Olry délaissent le cocofuel au profit du diesel, stocks d'huile invendus et difficilement valorisables et pour terminer, crise financière aigue de la coopérative. L'alternative consistant à maintenir un prix de vente de l'huile compétitif vis-à-vis du diesel permettrait certes de différer, voire d'éviter la crise de trésorerie, mais ne permettrait pas de reconstituer le capital nécessaire au renouvellement programmé des équipements.
110. On rappelle en effet que les coûts de production mentionnés dans le rapport correspondent aux prix de vente de la production finale (huile et électricité) permettant d'une part le financement des achats de matière première (coprah) et des coûts de fonctionnement (salaires, entretien), et d'autre part la reconstitution du capital de renouvellement. La vente de la production finale à un prix légèrement inférieur au prix de référence évoqué n'aurait pas de conséquences immédiatement perceptibles pour le fonctionnement quotidien de la coopérative dans la mesure où la trésorerie serait toujours suffisante pour financer l'achat des approvisionnements et les frais de fonctionnement. La sanction ne serait que perceptible sur le plus long terme : l'incapacité à remplacer les équipements au terme de 10/12 ans quand le besoin s'en ferait sentir.
111. Il est donc important de rester vigilant à ce propos et de veiller à ce que la coopérative soit en mesure de vendre huile et électricité à des prix qui ne soient pas inférieurs aux coûts de production calculés dans le rapport. La question est de savoir si les prix de vente pratiqués par la coopérative lui permettront de rester compétitive vis-à-vis du diesel, même si le prix du coprah augmente de manière importante. Les coûts de production de l'huile dépendent beaucoup des scénarios, et on mènera ici la discussion dans la configuration d'une unité capable de traiter de 100 à 180 tonnes de coprah par an, à partir du tableau suivant :

Tableau n°4 : évolution des coûts de production de l'huile en fonction du prix d'achat du coprah et des quantités triturées

Prix d'achat du coprah	Coût de production de l'huile selon la quantité triturée	
	Trituration de 120 tonnes	Trituration de 160 tonnes
20 vatus	64 vatus/litre	56 vatus/litre
22 vatus	68 vatus/litre	60 vatus/litre
24 vatus	72 vatus/litre	63 vatus/litre
26 vatus	75 vatus/litre	67 vatus/litre
28 vatus	79 vatus/litre	71 vatus/litre
30 vatus	83 vatus/litre	75 vatus/litre
32 vatus	87 vatus/litre	79 vatus/litre
34 vatus	91 vatus/litre	83 vatus/litre

112. Dans l'hypothèse de la configuration 100-180 tonnes, les taxis de Port Olry auront le choix entre acheter du diesel, pour partie à Luganville au prix de 115 vatus le litre et à Port Olry au prix de 140 vatus/litre, et acheter du cocofuel à Port Olry à un prix qui dépendra de plusieurs paramètres, dont le prix d'achat du coprah, les quantités de coprah triturées par la coopérative, mais aussi la politique de prix décidée par les membres de la coopérative. Une fois réglés les aspects d'information sur les raisons techniques des échecs passés (injection directe) et d'installation des kits d'adaptation des moteurs, un différentiel de prix diesel-huile de coprah de l'ordre de 20 à 30% devrait être suffisant pour inciter les taxis à utiliser régulièrement de l'huile de coprah comme carburant.

113. Le tableau précédent montre que l'incidence du prix d'achat du coprah sur les coûts de production est forte : une fluctuation du prix du coprah de 20 à 34 vatus fait passer le coût de production du litre d'huile de 64 à 91 vatus dans le cas 120 tonnes, et de 56 à 83 vatus dans le cas 160 tonnes. Ces chiffres montrent qu'une flambée des cours du coprah diminuerait certes l'attrait d'une substitution diesel par huile de coprah, mais ne remettrait pas totalement en cause l'intérêt d'une telle substitution. Et cela d'autant plus que l'on parle ici de prix d'achat par la coopérative à Port Olry : il faut déduire environ 6 vatus/kg au prix d'achat par COPV pour l'acheminement du coprah de Port Olry à Luganville, puisque l'achat effectué par COPV se fait sur le site de l'huilerie, à Luganville.

114. On notera par ailleurs dans la discussion l'incidence des quantités triturées : passer de 120 à 160 tonnes permet de maintenir les mêmes coûts de production tout en absorbant une hausse de l'ordre de 4,5 vatus par kilo de coprah. L'analyse de la viabilité économique du projet vis-à-vis du prix du coprah ne peut donc être abordée sans prendre en compte les quantités traitées par la coopérative. Plus les taxis adhèrent collectivement à l'option cocofuel, plus cela devient intéressant pour eux.

IV.5. Impact sur l'environnement

115. Les propositions faites au projet pour l'amélioration du revenu tiré de la culture du cocotier et le développement local de Port Olry et Lorévolko comportent plusieurs composantes dont on doit apprécier l'impact vis à vis de l'environnement :

- Amélioration de la qualité du coprah : aucune incidence, que ce soit en termes d'émissions gazeuses ou de consommation de combustible

- Extraction d'huile de coprah : réalisée par voie sèche, l'extraction d'huile ne génère pas d'effluents ; le tourteau, sous-produit de l'opération, est un produit non nocif qui devrait être vendu en alimentation du bétail
- Le stockage d'huile de coprah doit être réalisé selon les normes, avec une aire de rétention de l'huile pouvant s'échapper des fûts / de la cuve. A noter toutefois que l'huile de coco est totalement biodégradable et que dans les conditions de la coopérative Lorycoop (stocks inférieurs à quelques tonnes), une pollution terrestre accidentelle ne provoquerait que des nuisances passagères
- Les transformations par voie humide proposées ne sont envisagées qu'à l'échelle « cottage » : les volumes d'effluents générés ne devraient guère dépasser les quantités observées dans les opérations domestiques. Seule la fabrication de savon doit faire l'objet de procédures rigoureuses, notamment aux niveaux du stockage des alcalis (dans un magasin sain, fermé et hors d'eau) et de la préparation de solutions de lessive de soude (en quantité exactement requise pour l'opération en cours, pour qu'il n'y ait pas de reliquat en fin de fabrication)
- La production d'électricité utilise un moteur diesel qui, comme tous les moteurs thermiques doit être vidangé périodiquement. L'huile de vidange collectée doit être stockée dans un fût étanche en bon état, lui même installé sur une aire de rétention de dimension adaptée. A noter que ce type d'huile peut trouver des applications, par exemple pour protéger la base des poteaux de bois utilisés dans les clôtures de parcs contre le pourrissement. Ceci permettrait d'éviter d'avoir à gérer un stock en croissance continue.
- La vente de cocofuel (mélange d'huile de coprah et de gazole) suppose un stockage du produit et de ses composants. Comme dans le cas de l'huile de coprah évoqué plus haut, les différents produits seront stockés dans des fûts / cuves en bon état, installés sur une aire de rétention de capacité adaptée. L'on peut recommander de limiter les stocks à des volumes raisonnables en regard des consommations, pour réduire les problèmes liés à une rupture accidentelle d'étanchéité des récipients de stockage.

En conclusion sur le risque environnemental qui serait généré par le démarrage du projet Lorycoop selon les propositions de l'étude, l'on peut dire que les différentes activités préconisées n'auront qu'un impact très faible voire nul sur l'environnement. Cependant, ce risque peut encore être réduit si les précautions nécessaires sont prises, en termes de prévention des pollutions (aires de rétention sous les stocks d'huile et de carburant) et de procédures adaptées (volumes limités des stocks, etc.).

Le choix du site pour l'implantation des installations de la coopérative doit également tenir compte de cet aspect environnemental, notamment vis à vis du risque de pollution de la nappe phréatique au niveau du captage alimentant le village en eau potable. Il faudra choisir un site éloigné du forage d'au moins 300 mètres, si possible placé à une altitude inférieure à celle de la surface de l'eau dans le forage.

Conclusion

116. Le présent rapport passe en revue les principales actions envisageables pour améliorer la valorisation de la production de coprah de la zone de Port Olry et Lorevulko ; il explore avec un soin particulier différents scénarios de valorisation du coprah sous forme de biocarburant, en fait l'évaluation économique et identifie les principales conditions de succès (et d'échec) du projet de mini-huilerie. Il apparaît, au regard de ces différents éléments, qu'un projet absorbant de 100 à 180 tonnes de coprah par an est envisageable dans les conditions actuelles. Il consiste en la mise en place d'une petite unité opérationnelle comprenant une mini-huilerie et un générateur destiné à l'électrification partielle de Port Olry.
117. Compte tenu de l'importance des économies d'échelle inhérentes à l'utilisation d'équipements de petite dimension, il est recommandé de produire une quantité d'huile permettant tout à la fois d'alimenter le générateur pour une production d'électricité de l'ordre de 2.500 kWh/mois, et de fournir du carburant aux véhicules basés à Port Olry. Dans ces conditions, et sous certaines hypothèses évoquées au cours du rapport, le projet présente de bonnes conditions de viabilité économique, même en cas de hausse importante du cours du coprah : selon les scénarios, les coûts de production de l'huile sont compris entre 55 et 80 vatus/litre, pour un prix du litre de diesel de 115 vatus à Luganville et de 140 vatus à Port Olry, et le coût de production du kWh serait compris entre 25 et 35 vatus²¹.
118. La quantité de coprah absorbable par le projet de mini-huilerie (de l'ordre de 150 tonnes par an) est faible au regard de la production de la zone de Port Olry et Lorevulko (de l'ordre de 1.200 tonnes). Le Rapport présente donc également diverses actions complémentaires au projet de mini-huilerie dans le but de valoriser la majeure partie du coprah non utilisé dans l'unité de transformation. Ces actions portent sur l'amélioration de la qualité du coprah, sur les conditions de commercialisation du coprah, sur la valorisation de l'huile à des fins autres qu'énergétiques et sur la diversification sous forme de produits autres que le coprah. Des actions d'ordre agronomique sont également proposées pour améliorer la productivité des cocoteraies et diminuer les coûts de production.

Intérêt d'un projet de coco-fuel à Port Olry : dynamisation de toute l'activité villageoise

119. L'intérêt du projet de mini-huilerie réside certes dans la valorisation des 150 tonnes de coprah utilisables par la coopérative, au bénéfice principal des coprahculteurs qui livreront une partie de leur production à la mini-huilerie, mais il réside aussi dans la dynamisation de toute l'activité villageoise. Trois types d'effets sont envisagés :
- Les économies réalisées, à volume d'activité constant, par certains types d'agents de Port Olry du fait de la fourniture par le projet de kWh et de litres de cocofuel ;
 - Un effet d'entraînement sur l'activité productive globale au niveau villageois, en offrant de nouvelles opportunités qui étaient jusqu'à présent inaccessibles et en développant certaines activités déjà existantes, telles que la pêche et la transformation des tubercules ;

²¹ Le prix de vente du kWh par UNELCO de 38 vatus est mentionné ici pour information, mais il ne peut être comparé au coût de production du projet qui n'intègre pas un ensemble de services liés à la distribution et à la gestion des infrastructures qu'assure UNELCO.

- La mise à disposition de services qui n'existaient pas jusqu'à présent, tel qu'un éclairage public de base et des prises de courant à usage divers, contribuant ainsi à améliorer le bien-être global de la population.

120. Seuls les effets en termes de gains ou de pertes pour différents types d'agents ont été chiffrés, à volume d'activité constant. Les bénéfices agrégés au niveau de Port Olry sont estimés à près de 6 millions de vatus par an, dont un tiers sous forme d'économie de carburant, un sixième pour les pêcheurs, un sixième pour les utilisateurs actuels de groupes électrogènes, et seulement un dixième pour les coprahculteurs du fait d'une meilleure valorisation de leur production. On voit donc que les bénéfices attendus de la mise en place d'une unité de transformation du coprah vont bien au-delà de la seule amélioration de la valorisation du coprah pour les producteurs, et que celle-ci ne représente qu'une petite partie des bénéfices attendus.

Une expérience pilote dans un site bien choisi, conçue par étapes et permettant d'envisager de la reproduire ailleurs en cas de succès

121. Le projet a été délibérément conçu avec une taille modeste. La production d'électricité ne peut être envisagée dans un premier temps qu'en petite quantité, de l'ordre de 2.000 kWh par mois. La demande initiale d'électricité sera nécessairement basse de la part d'une population non familiarisée à son usage. Le projet permettra à cette population d'acquérir une maîtrise progressive de l'utilisation d'électricité, avec des retombées positives sur les activités induites. Il est probable que la demande d'énergie augmentera petit à petit avec le temps, et que le générateur prévu pour le moment devienne trop petit dans quelques temps.

122. Le projet aura alors joué son rôle d'unité pilote, et démontré qu'il peut être reproduit dans d'autres zones présentant des caractéristiques voisines : forte disponibilité de coprah, éloignement rendant le prix du diesel élevé, demande initiale d'électricité de la part de population. Il sera alors temps de transférer le générateur sur un de ces sites et d'en installer un de plus grande taille à Port Olry.

Un besoin d'accompagnement institutionnel

123. Le rapport a évalué les différents risques d'échec du projet, d'ordre technique, organisationnel, institutionnel et économique, afin d'identifier les actions préventives nécessaires. L'appui à la mise en œuvre et au suivi du projet devra porter notamment sur les points suivants :

- Accompagnement aux appels d'offre
 - appui au dépouillement des propositions
 - appui à l'organisation des départs des équipements
- Installation et mise en œuvre des équipements
 - mission d'installation des équipements
 - formation initiale à l'utilisation et à la maintenance (en collaboration avec les intervenants locaux)
 - élaboration des manuels d'utilisation et de maintenance
- Suivi du projet
 - participation à la formation continue (avec les intervenants locaux)
 - analyse des données techniques et économiques du projet
 - appui au Popaca
- Mission d'évaluation technique et économique après deux années.

Bibliographie

De Taffin G., Noël J.-M., Ribier V. 1993. Evaluation de la filière cocotier au Vanuatu, Rapport pour la Commission Européenne.

LEPLUS Aurélie, 2002. « Coprah Oil as Biofuel for Decentralized Rural Power Generation and Transportation. The Lory cooperative Pilot Project ». Wageningen University (Netherlands), SPC (New Caledonia), VARTC & POP (Vanuatu).

Quantin, P., 1978. Archipel des Nouvelles-Hébrides. Atlas des sols et de quelques données du milieu naturel. 7 fascicules avec cartes pédologiques, géologiques, des formes de relief et de la végétation. Bondy, France, Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer (ORSTOM).

République du Vanuatu. 2002. Indicateurs Statistiques Annuels, Bureau National de la Statistique

Ribier V., Rouzière A. 1998. Le cocotier au Vanuatu : analyse des conditions socio-économiques de la durabilité. OCL, vol.5, n°2, mars/avril 1998. pp.132-136.

G. Vaitilingom, A. Liennard, 1998 : « Expérimentation d'un groupe électrogène fonctionnant à l'huile de coprah sur l'Ile d'Ouvéa - Nouvelle Calédonie. Bilan après 2500 heures de fonctionnement ».

Kenton Kaufman, 1984. « Technical and economical viability of coconut oil and/or derivatives as a Diesel substitute in the Fiji Islands. United Nations, UNIDO Technical Report SI/RAS/83/801.

G. Vaitilingom CIRAD, A. Liennard CIRAD, P. Courty SPC, 2000 : "Crude Copra Oil, A Biofuel for Diesel Generators; more Self-Reliance and higher Incomes"; In "1st World conference and exhibition on bio-mass for energy & industry, Sevilla, Spain. 5-9 June 2000".

G. Vaitilingom, P. Courty, 2002 : « Copra biofuel for a Sustainable Decentralised Rural Electrification. Regional Demonstration Programme, the Fiji project. A SPC and Cirad project. CIRAD Final Report dec. 2002.

G. Vaitilingom, J. Marzin, 2003 : "Identification and implementation of technical solutions to the lack of fuel in the agricultural sector - Apoyo técnico para la búsqueda de soluciones a los problemas energéticos de las unidades de producción agrícolas en Cuba.». Rapport CIRAD.

G. Vaitilingom, P. Courty, 2002 : "Survey of Potential Appropriate Sustainable Energy Projects in the Federated States of Micronesia and Nauru". Pacific Power Association, French Embassy.

Peter Johnston, 1995 : Sustainable Development and Energy Use in the Pacific Islands : A preliminary Examination of Opportunities and Constraints. East West Centre Working Papers; Energy and Mineral Series. N° 19, July 1995.

Liste des annexes

Annexe 1 : Rappels sur l'huile de coco-biocarburant.....	53
Annexe 2 : Huile de coprah biocarburant.....	77
Annexe 3 : Le cocofuel au Vanuatu.....	83
Annexe 4 : Les usages électriques à Port Olry.....	86
Annexe 5 : Cahier des charges des équipements du projet pour les deux propositions	91
Annexe 6 : Utilisation d'huile de coprah comme combustible dans le projet d'alimentation électrique du village de Port Olry	99
Annexe 7 : Calcul du coût de production de l'huile de coprah et du kWh	102
Annexe 8 : Actions visant à améliorer la qualité du coprah.....	108
Annexe 9 : Relevé des produits vendus à la coopérative de commercialisation de Port Olry	125
Annexe 10 : Actions de diversification sous forme de produits autres que le coprah	126
Annexe 11 : Contenu des formations destinées à renforcer la maîtrise technique des équipements de l'unité opérationnelle.....	131
Annexe 12 : Fonctionnement du Comité Eau de Port Olry.....	136
Annexe 13 : Analyse des cours mondiaux et des prix payés aux producteurs de coprah.....	138
Annexe 14 : Prix indicatifs des matériels	140
Annexe 15 : Description des équipements nécessaires à la production d'huile de coprah et à la fourniture d'électricité.....	145
Annexe 16 : Modèle macro-économique sur l'utilisation du cocofuel à Port Olry	149

ANNEXE 1

Rappels sur l'huile de coco-biocarburant

1. LE COCOFUEL DANS LE PACIFIQUE

L'huile végétale carburant dans le monde

Les premières expériences d'huile végétale carburant sont attribuées à Rudolf Diesel lui-même lors de l'exposition coloniale de Paris en 1900. Depuis les huiles végétales tropicales ont fait l'objet d'études, de tests et même d'utilisations massives (2^{nde} guerre mondiale) en fonction des aléas liés aux coûts ou à la disponibilité du pétrole. Mais les grands travaux de recherche menés dans les années 50 partout dans le monde sur les moteurs polycarburants n'incluaient pas les huiles végétales qui, donc, n'ont jamais eu le statut de carburant potentiel.

Plus récemment les grands congrès internationaux permettaient de recenser près de 150 tests menés à travers le monde entre 1977 et 1982. La chute des cours du pétrole en 85-86 avait mis un frein au développement des énergies renouvelables et *a fortiori* des huiles végétales, y compris pour un usage en agriculture (circuit court d'autoconsommation).

Aujourd'hui l'Europe utilise à des fins carburant 1,2 millions de tonnes/an d'huiles de colza et de tournesol, essentiellement sous forme d'esters méthyliques. La filière d'utilisation directe d'huile végétale¹ est bien plus réduite : en Europe, par exemple, seule une centaine d'engins agricoles et véhicules légers utilisent quotidiennement des huiles de colza et de tournesol.

Mais les choses risquent de changer à très court terme. La récente directive² du Parlement européen et du Conseil de l'Union Européenne exprime clairement la volonté européenne de promouvoir l'utilisation de biocarburants dans les transports. Ceci avec un calendrier explicite : dès 2005, 2 % de biocarburants en substitution, calculés sur la base de la teneur énergétique des produits pétroliers destinés aux transports, et 5.75 % en 2010. Planificateurs, managers de projets, constructeurs de moteurs et d'équipements vont prendre en compte les spécificités des biocarburants actuels dont les huiles végétales brutes naturelles.

Dans le monde tropical, des utilisations d'huiles biocarburant existent en quelques endroits sans réelle dissémination et parfois en toute confidentialité (en 1988 le Cirad a modifié des groupes électrogènes d'huileries cotonnières au Tchad - 1200 KVA et au Mali - 500 et 300 KVA). Le développement des solutions « biocarburant », s'il est fortement lié aux coûts locaux des produits pétroliers, dépend beaucoup de l'information faite sur leur existence et leur potentialité. L'offre technologique actuelle étant quasi inexistante, autant que la demande, l'émergence de projets biocarburants sera la conséquence de la « banalisation » de leur usage en Europe.

L'huile de coprah biocarburant dans le Pacifique Sud.

¹ il s'agit d'huiles semi-raffinées ou de qualité alimentaire.

² Directive 2003/30/CE du Parlement Européen et du Conseil de l'Union Européenne, 8 mai 2003 visant à promouvoir l'utilisation de biocarburants ou autres carburants renouvelables dans les transports. JO de l'UE du 17.5.2003

Si le Brésil reste mondialement célèbre pour son plan « alcool-carburant » des années 80, la référence pour l'usage d'huile de coprah biocarburant demeure les Philippines. Ibarra Cruz, du Philippines National Oil Company testa différents moteurs dès 1976. Et en 78 des tests sur flotte de bus eurent lieu à Manille.

Le Pacifique Sud a connu également un petit nombre d'expériences. Des tests de courte durée tels ceux menés par Ward et Patterson (1978) à Fidji sur un moteur de 6 ch. pendant 20 heures. Solly, en Australie, (1980, 1982) qui testa de l'huile naturelle de coprah mais aussi des éthyl-esters d'huile. Galloway et al. (1983) toujours à Fidji, sur un moteur de 2,5 ch.

On peut citer également l'expérience menée en 1983 par UNELCO à Port Vila, qui a fait fonctionner un groupe électrogène de 250 KVA à 100 % d'huile de coprah pendant 50 heures. Le « Fidji Electricity Authority » qui testa un groupe électrogène Caterpillar modifié (Sibley 1992).

Mais les toutes premières expériences de longue durée sont à attribuer à l'IERPS (Institut des Energies Renouvelables du Pacifique Sud) à Tahiti. En 1983 celui-ci, sous les recommandations du CIRAD (dépt. CEEMAT), a développé une petite presse à coprah (40 kg/h) animée par un moteur à huile brute de coco. Toujours sous la même inspiration, l'IERPS a également effectué un peu plus de 100 000 km de 1983 à 1985 avec une Renault 18 diesel utilisant de l'huile brute comme biocarburant. Lors des manifestations de « la science en fête » de 1996 l'Institut citait la poursuite de l'expérimentation sur un modèle Clio diesel fonctionnant avec 100 % d'huile de coprah. L'Electricité de Tahiti avait dans le même temps fait fonctionner un groupe de 40 KVA et un Toyota Land Cruiser avec de l'huile de coco comme seul carburant.

Une autre expérience longue durée fut menée par le NRI (G.B.) en 1991. J.M. Jones et al. ont testé, en laboratoire, pendant 500 heures un groupe électrogène de 15 KVA alimenté avec un mélange 80 % huile de coco et 20 % gazole.

L'idée d'utiliser de l'huile de coprah comme biocarburant dans le Pacifique Sud a été portée en 1983 par Dan Etherington (Australian National University) dans son approche « Coconut oil as a fuel for remote South Pacific locations ». Ses travaux sur les moteurs avec D. Hagen n'ont été que de courte durée et il s'est ensuite plus attaché aux conditions de production locale d'huile de coco vierge par une approche « Direct micro expelling » process.

Il ressort de ces différentes expériences que si l'application véhicules a été et est encore utilisée, c'est avant tout la génération d'électricité qui motive le plus d'intérêt dans le Pacifique Sud.

L'exemple d'Ouvéa.

L'expérience qui a lieu depuis 1995 en Nouvelle Calédonie sur l'île d'Ouvéa demeure la référence dans le Pacifique car elle réunit à la fois la longue durée et les conditions réelles d'exploitation pour la fourniture d'électricité à partir d'huile brute de coprah.

En septembre 1995, un groupe électrogène de 90 KVA, adapté à l'huile de coprah par le Cirad, est venu remplacer un groupe fonctionnant au gazole pour les besoins énergétiques de l'huilerie locale (Mécanique Moderne, capacité 350 kg de coprah par heure). Aujourd'hui le « groupe coprah » totalise plus de 5000 heures de fonctionnement et est un succès technique certain. Quant aux aspects économiques de cette opération, beaucoup d'informations fausses ont été écrites y compris très récemment. L'objet de l'opération groupe électrogène à huile de coprah d'Ouvéa n'était pas de produire de l'électricité mais d'offrir un débouché local à un produit local en substitution à un produit importé. On trouvera en Annexe 2 un résumé des résultats de

l'opération d'Ouvéa.

En 1999, devant le succès technique du premier, deux autres groupes électrogènes ont été conçus par le Cirad à la demande de la Mairie d'Ouvéa, un de 180 KVA et un de 45 KVA afin de fournir l'énergie électrique de l'usine de dessalement d'eau de mer de l'île. A la même époque un pick up Toyota de la Mairie ainsi que deux motopompes de distribution d'eau potable ont été modifiés pour fonctionner avec l'huile de coprah produite localement.

Aujourd'hui, c'est l'Utilité (ENERCAL) qui reprend le cocofuel à son compte en récupérant les groupes de l'usine de dessalement et en installant début 2004 un ensemble neuf de 300 KVA au sein de sa centrale électrique.

Tous ces ensembles modifiés par le Cirad conservent la faculté de fonctionner soit au gazole (ou fioul), soit à l'huile de coprah et à tout mélange des deux. Cette flexibilité est un atout fort dans les sites isolés et surtout pour les exploitants de centrales qui peuvent choisir leur carburant en fonction des prix tout en n'étant pas dépendants de la production de coprah. Grâce à ce dernier groupe, ENERCAL a le potentiel pour absorber toute la production des cocotiers d'Ouvéa. Si tel était le cas, ENERCAL pourrait justifier annuellement jusqu'à 1600 tonnes de CO₂ fossiles évités³. Ce qui peut ne pas être négligeable à court terme pour l'équilibre financier de la centrale d'Ouvéa.

Dans un monde d'internationalisation des échanges, de déplacement des pôles de consommation énergétique, de sauvegarde et de gestion de l'environnement, de contrôle de l'accroissement de l'effet de serre...cette opération a été bienvenue !

En effet, les réflexions en électrification rurale décentralisée ont commencé à prendre en compte les énergies locales et les biocarburants. Le succès technique de cette expérience a ouvert sur l'électrification rurale à Fidji et sur un usage supplémentaire des produits du cocotier. Autant d'éléments contribuant à la stimulation du développement économique et social local.

Les opérations fidjiennes.

Incidé dès fin 1995 par l'exemple d'Ouvéa (qui fait référence dans le Pacifique Sud), le projet coprah biocarburant aux îles Fidji a été concrétisé en 2000 et 2001 par l'installation de groupes électrogènes alimentant des réseaux électriques domestiques (Voir annexe 2).

- en avril 2000 sur l'île de Vanuabalavu (Groupe des Lau), un groupe de 80 KVA alimentant 3 villages (200 maisons).
- en juillet 2001 dans le village de Welagi, île de Taveuni, un groupe de 45 KVA, accompagné d'une mini huilerie. Ce groupe alimente en électricité 60 maisons.

Ces projets, études, équipements (générateur, huilerie) et réalisations ont été financés par le gouvernement français (Ambassade de France à Suva ; Fond Pacifique SPP).

Ces opérations ont été mises en oeuvre conjointement par la CPS et le CIRAD, en étroite et permanente collaboration avec le Fiji Department of Energy (FdoE- Rural Electrification Unit).

³ les émissions de CO₂ provenant du fioul atteignent 3.2 tonnes/1000 litres, en incluant celles dues à la production, au transport, etc.

Les réseaux électriques, à la charge du Gouvernement Fidjien, représentent 50% du total des investissements.

Ces deux sites sont placés sous l'autorité de la « politique d'électrification rurale » (Rural Electrification Policy - REP) du Département de l'Energie

L'originalité et la force d'exemple des deux sites fidjiens tient dans l'application de l'énergie produite : il s'agit de la fourniture quotidienne d'électricité à des « abonnés » qui réclament une garantie de service.

Par ailleurs, ces deux opérations auront démontré une fois de plus l'importance décisive de la formation continue. Le succès de ces deux projets doit beaucoup à cette initiative.

Les perspectives de dissémination sont bonnes tel que souligné dans les conclusions du « National Coconut Bio-Fuel Rural Electrification and Development Workshop », tenu en novembre 2002 à Suva.

2. LE COCOFUEL AU VANUATU

Introduction

Depuis le début des années 80, Vanuatu a été le lieu de tests et d'expériences autour de l'huile de coprah biocarburant. On rappelait précédemment les essais grandeur nature d'UNELCO en 1983. Ceci révèle le contexte favorable à l'utilisation énergétique de l'huile sur la quasi totalité du pays.

Plus récemment, dès le début des années 90, de nombreuses initiatives ont vu le jour pour utiliser l'huile du coprah national à des fins énergétiques. En effet, la problématique de Vanuatu est similaire à celles des autres Pays et territoires Insulaires du Pacifique : peu de consommation énergétique mais dépendant entièrement d'importations de produits pétroliers. Vanuatu a cependant la chance de pouvoir bénéficier de possibilités hydroélectriques. Par ailleurs, second trait commun aux autres Etats du Pacifique, une ressource cocotier fortement implantée spécialement dans les îles et les zones rurales éloignées, une ressource coutumière qui subit depuis 10 ans la baisse des cours sur le marché mondial.

On adhère aisément au souci d'information des acteurs politiques qui voient dans la substitution du fioul importé par de l'huile de coco traditionnelle la triple détente : accès à l'électricité, relance ou renforcement du cocotier et développement des zones écartées des villes-capitales.

On pourrait citer le Premier Ministre Maxim Carlot qui fit en début 1994 la requête de 4 unités de type « Ouvéa » pour le Centre de Santo, Epi, Malicolo et Santo Rural.

Ainsi en avril 94, à la demande du gouvernement de Vanuatu, une mission d'experts (CPS/CIRAD/PIL) financée par l'AFD⁴ a enquêté afin d'évaluer « les possibilités d'implantation d'huileries de coprah pour la production d'énergie électrique en milieu rural par la substitution

⁴ Agence Française de Développement ex CFD.

du gazole par de l'huile de coprah brute dans les générateurs ». Une dizaine de sites avaient été identifiés dans les Banks, Epi, Tanna et Ambrym.

Enfin en 1995, le Directeur de cabinet du Premier Ministre insista auprès du Cirad pour que soit inclus dans la proposition de «Programme National de Recherche-Développement Agricole de Vanuatu » le dossier huile de coprah carburant (deux sites sur Malicolo étaient prévus). On peut supposer que ce volet n'a pas été retenu car il n'y a pas eu de réalisations de projets à Vanuatu jusqu'à ce jour.

Et pourtant, alors qu'Ouvéa diffusait ses premiers résultats après 2 ans de fonctionnement et que Fidji préparait l'électrification de 4 villages, Vanuatu fit parler de lui dans les media du Pacifique. Les initiatives étaient nombreuses, enthousiastes et « privées » ce qui ajoutait à l'effet d'annonce et au crédit de ces informations. Et alors que les experts de l'Assistance Technique associée au suivi des projets néo-calédoniens et fidjiens attiraient l'attention sur les précautions techniques à prendre pour l'usage du «coco-fuel», apparaissait la démarche ni-vate promouvant un usage universel uniquement basé sur la propreté du produit et quelques formulations simples de mélange avec du gazole.

Vanuatu est bien le « Pays du coco-fuel ». Vanuatu a su voler la vedette à la Nouvelle Calédonie et à Fidji. Encore aujourd'hui des articles provenant des presses les plus diverses parlent de l'expérience de Vanuatu. On pourrait citer des journaux corporatistes comme ONE COUNTRY (Baha'i community) qui met en première page « In Vanuatu, a proving ground for coconut oil as an alternative fuel ». April-June 2003, vol.15, issue 1. Ou encore, dans des bulletins spécialisés comme PEN - Pacific Energy News, de SOPAC, « Vanuatu Mechanic going to town on tank of coconut oil ». November 2003, number 3.

Mais qu'en est-il de ces initiatives réellement ? Vanuatu peut-il être d'ores et déjà considéré comme le centre de référence pour la dissémination du coco-fuel dans le Pacifique ? Il était important que cette étude fasse le point sur ces expériences.

Revue de quelques expériences marquantes.

La mission dont le travail était concentré à Santo et sur Port Olry/Lorevulko n'a pas fait le tour de toutes les initiatives coco-fuel de Vanuatu. Elle s'est par contre attachée à visiter les plus marquantes encore existantes. On trouvera en Annexe 3 un compte-rendu de visite des sites accompagné des descriptions techniques.

COPV (Luganville) :

A priori l'une des initiatives qui a le plus intéressé les lecteurs du Pacifique. COPV est une grosse huilerie. Elle maîtrise la matière première et surtout son coût. Ce sont des professionnels et des industriels, et de plus l'énergie est un élément essentiel dans une huilerie. Voir COPV s'engager dans l'utilisation, d'abord mesurée, puis massive d'huile de coprah comme carburant des groupes diesel et comme combustible de chaudière, est porteur d'impact. En effet, ceci constitue un élément fort de pénétration et de socialisation de la solution « coco-fuel ». Si COPV le fait, resterait seulement à chacun de calculer s'il peut y trouver le même intérêt financier !

La visite dans les locaux de COPV a été cordiale. Nous avons été reçus par le General Manager Dale R. Palmer. Celui-ci nous explique qu'après 6 mois de fonctionnement le moteur du groupe électrogène (575 KVA) a subi des avaries graves dues à une mauvaise combustion de l'huile de coprah. Le moteur doit être entièrement reconditionné. COPV a pris la décision de ne pas poursuivre l'expérience et va reprendre son abonnement auprès d'UNELCO pour la fourniture de puissance électrique.

En revanche COPV continue à alimenter une chaudière avec un mélange 50/50 huile de coprah/fioul.

Notre enquête montrera (voir en Annexe 3 que le moteur n'était pas apte à utiliser de l'huile de coprah naturelle, en mélange ou non dans du fioul. La casse de ce moteur à injection directe était prévisible. Elle est due à une mauvaise combustion qui a entraîné des encrassements et un défaut de lubrification majeur.

Conclusion : l'absence de recherche d'informations hors de Vanuatu sur l'usage de l'huile de coprah a provoqué des dégâts prévisibles. L'échec de l'expérience COPV peut avoir des effets négatifs significatifs pour l'usage de ce biocarburant dans le Pacifique.

AORE ADVENTIST ACADEMY (Aore)

Autre exemple à fort impact médiatique : une école respectable, ancienne (1927), connue pour ses enseignements technologiques, s'engage dans l'utilisation de cocofuel pour ses besoins propres en électricité.

Le Directeur et les enseignants nous expliquent qu'après un an de fonctionnement, ponctué de quelques ennuis mécaniques, le moteur a fini par « casser » (mêmes symptômes que celui de COPV !). Ils expriment leur regret car l'huile de coco représentait une économie non négligeable pour l'école, mais ils ont perdu plus que ce qu'ils avaient épargné en rachetant un groupe neuf qui fonctionnera exclusivement au fioul.

Là aussi, l'enquête montrera que le moteur n'était pas apte à utiliser de l'huile de coprah naturelle, en mélange ou non dans du fioul. Là aussi, la casse de ce moteur à injection directe était prévisible.

Cette école mériterait un appui/conseil afin qu'elle monte un dossier de demande d'aide pour acquérir un groupe adapté au cocofuel.

Conclusion : l'absence de recherche d'informations hors de Vanuatu sur l'usage de l'huile de coprah a provoqué des dégâts prévisibles.

MOTOR TRADERS

Grand Nom du cocofuel à Vanuatu depuis 3 ans, Tony Deamer est toujours autant médiatisé dans les presses spécialisées de l'Ouest ou de l'Est.

C'est sans doute l'exemple qui a le plus été remarqué dans le Pacifique et ailleurs : Motor-traders annonçait 200 mini-bus fonctionnant sans modification des moteurs grâce à un mélange adéquat d'huile de coprah et de fioul, correctement épurés cependant.

Comment justifier de moteurs adaptés sinon « spéciaux », si à Port Vila, quotidiennement, n'importe quel véhicule diesel utilise sans ennui du cocofuel ?

Tony Deamer n'a fait aucune difficulté pour échanger des informations avec la mission car il avait fini par remarquer que les véhicules équipés de moteurs à injection directe restaient « sensibles » et présentaient des problèmes de lubrifiant et d'encrassement. Il continue à utiliser des véhicules à injection indirecte et ceci sans problème. Heureusement peut être pour les 200 mini-bus, le gouvernement a suspendu l'autorisation de vente du cocofuel.

Motor traders a fait l'acquisition d'une centrifugeuse de qualité qui pourra assurer une épuration complète des mélanges cocofuel. La mission confirme que l'aspect propreté est important dans l'utilisation des huiles végétales biocarburant. Mais Tony devra cibler des clients possédant des véhicules à injection indirecte et ne plus prétendre à l'universalité du cocofuel.

Conclusion : l'absence de recherche d'informations hors de Vanuatu sur l'usage de l'huile de coprah a provoqué des dégâts prévisibles, heureusement limités, sur les véhicules de Port Vila équipés de moteurs à injection directe. Les véhicules à injection indirecte ont eux bénéficié d'un carburant formulé (huile de coco + gazole) en fonction des saisons et très bien épuré leur assurant certainement un très bon fonctionnement.

Conclusions

Vanuatu est bien le pays du cocofuel pour toutes les raisons parfaitement explicitées par les nombreuses expertises réalisées depuis 25 ans.

Les conditions de rentabilité économique sont remplies actuellement et les experts du Pétrole ou du Cocotier ne prévoient pas de futur proche contradictoire.

Ce sont les technologies, ou les itinéraires techniques, qui sont à définir, tester et qualifier. Ensuite le cocofuel peut aussi bien être utilisé pour la fourniture de kilowattheures par UNELCO que comme carburant local pour l'exhaure de l'eau dans les Banks.

Jusqu'à présent il y a eu de nombreuses initiatives, une médiatisation importante dans tous les pays du Pacifique, mais avec peu d'échanges d'informations avec les autres expériences de la Région. Une simple revue bibliographique des articles de la zone Pacifique Sud aurait évité les désastres techniques des expériences de Vanuatu. Lesquels auraient pu, et peuvent encore, porter un discrédit sur l'huile de coprah biocarburant et retarder des projets de développement dans la Région.

C'est pourquoi il est important que cette mission ait eu lieu à cette période. Elle peut permettre de bâtir un projet cocofuel appuyé sur des technologies éprouvées et impliquant les acteurs existants à Vanuatu dans des actions à résonance forte dans la Région Pacifique. Ce qui donnerait à Vanuatu la position de référence, ayant su expérimenter, corriger et appliquer.

3. Le Cocofuel : mythes et réalités

Rappel des caractéristiques carburant des huiles végétales

Les huiles végétales présentent des caractéristiques proches de celles des fiouls et se révèlent de bons carburants pour les moteurs diesel. Alors, pourquoi trouve-t-on aujourd'hui si peu d'applications carburant des huiles végétales ?

L'histoire indique que M. Diesel, inventeur de ce type de moteur, les avait qualifiées comme carburant dès 1900. C'est l'évolution économique et industrielle mondiale qui a spécialisé les moteurs vers le pétrole, ressource plus abondante et, hier, plus facile d'accès que d'autres comme les huiles végétales par exemple.

Comme toutes les « énergies vertes », l'huile végétale est plus chère que le pétrole. Par ailleurs, les huiles ne respectent pas, par nature, les spécifications standards établies pour les produits pétroliers, ce qui pose des problèmes techniques à leur usage dans les moteurs courants et leur interdit des homologations d'usage dans beaucoup de pays développés (eux-mêmes constructeurs des moteurs).

Enfin, la compétition entre usages énergétique et alimentaire demeure un facteur de blocage fort.

	Densité 20 °C	"Flash point" (°C)	Résidus de carbone %	"Pour Point" (°C)	Indice de Cetane	Pouvoir calorifique MJ/kg
Combustible Diesel	0.836	93	< 0.01	-18	50	43.8
Ester méthylique de colza	0.880	183	0.02	-12	52	41
Copra	0.915	230	-	23/26	43	37.1
Palme	0.945	280	0.42	23/40	39	36.9
Coton	0.921	243	0.49	-2	34	36.8
Pourghère	0.920	236	1.31	-3	35	38.8
Arachide	0.914	258	0.5	-1	34	39.3
Colza	0.920	285	0.5	-2	36	37.4
Soja	0.920	330	0.54	-4	31	37.3
tournesol	0.925	316	0.35	-6	36	37.8

Utilisation des huiles végétales naturelles dans les moteurs diesels.

Introduction : les moteurs à injection directe et les moteurs à injection indirecte.

Globalement il existe deux familles de moteurs à cycle Diesel :
(voir figures pages suivantes)

Les moteurs à injection directe (camions, tracteurs agricoles, moteurs industriels), et les moteurs diesels à injection indirecte, tels ceux de la plupart des voitures de tourisme.

* *les moteurs à injection directe*. Ils équipent les tracteurs agricoles et routiers, et grand nombre de moteurs industriels de toute puissance : de 0.5 kW jusqu'à plusieurs Mégawatts.

Sans modification, ceux-ci n'acceptent pas les huiles végétales naturelles ; alimentés avec des huiles végétales non estérifiées, ils connaissent rapidement des problèmes de fonctionnement : formation de dépôts charbonneux à l'intérieur du moteur (voir photos suivantes) et forte *dispersion cyclique*⁵ pouvant conduire à des dégâts mécaniques parfois importants.

L'utilisation de mélanges significatifs d'huile végétale et de gazole (contenant plus de 10 % d'huile) ne résout pas les problèmes. L'encrassement existera toujours, seul le temps de formation est fonction du taux d'huile végétale.

En revanche les connaissances acquises permettent de s'assurer du bon fonctionnement des moteurs diesels à injection indirecte, tels ceux de la plupart des voitures de tourisme, ou de moteurs à injection directe modifiés.

* *les moteurs à chambre divisée*. Ils désignent les moteurs à préchambre, à chambre de turbulence, à chambre à réserve d'air, etc. Ils sont communément appelés "**moteurs à injection indirecte**".

Ils équipent les véhicules automobiles, certains très gros moteurs industriels (sup. au Mégawatt), l'ensemble des engins devant polluer le moins possible leur environnement. Enfin, une gamme encore bien fournie de petits moteurs industriels.

Ces derniers semblent tolérer les huiles végétales brutes (mais filtrées efficacement). Un fonctionnement correct est même à signaler avec les moteurs à chambre de turbulence (automobiles Diesel du marché). Mais les tendances des 15 dernières années les ont rendus minoritaires face aux injections directes plus polluants mais moins "gourmands" en carburant.

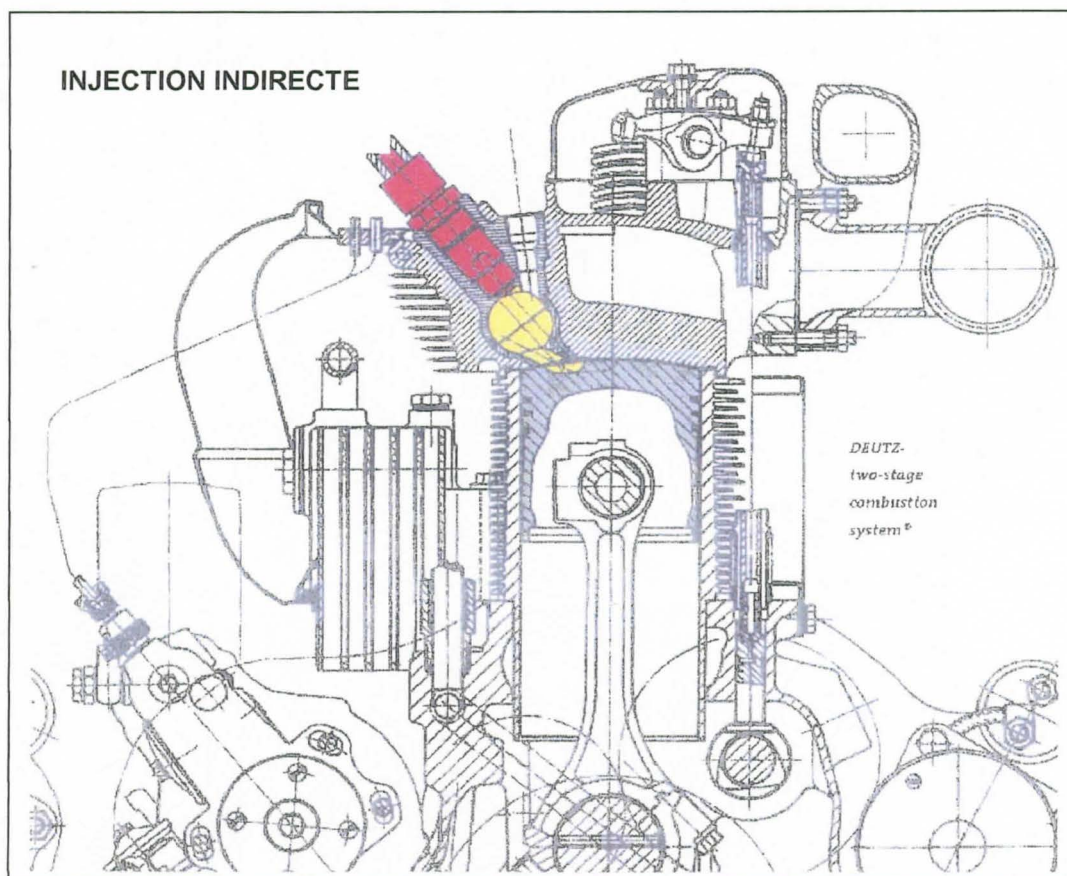


Piston injection directe 200 heures au fioul

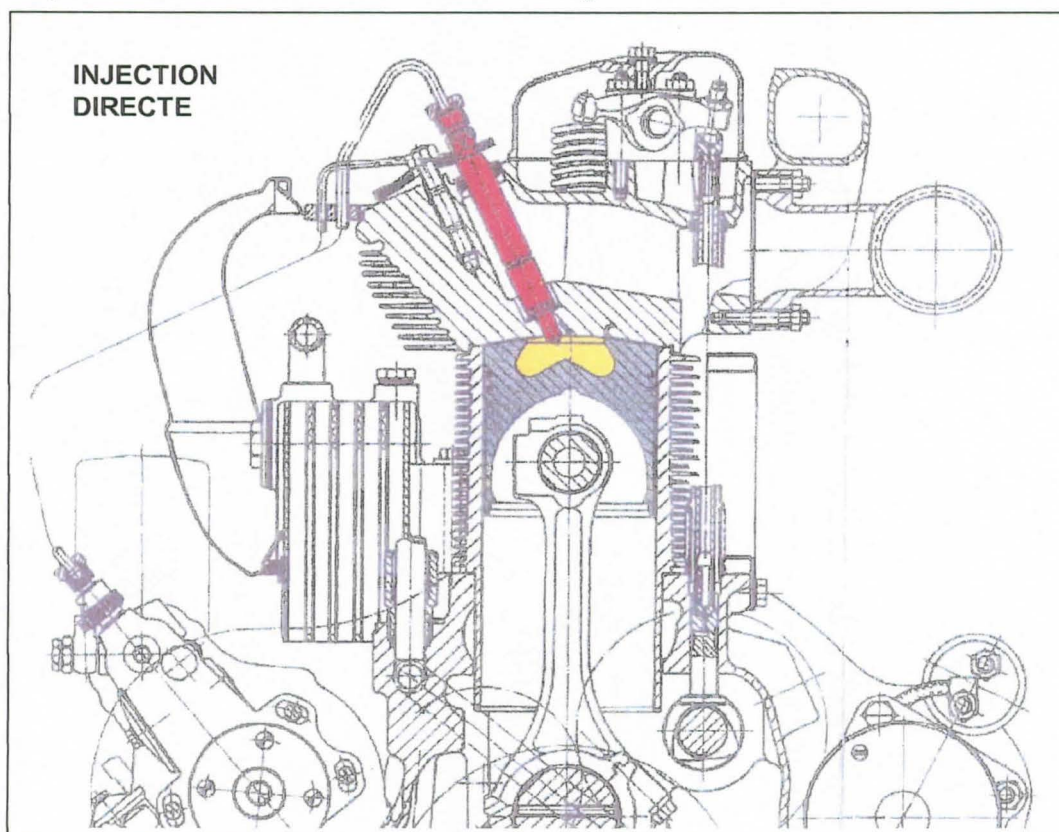


Piston injection directe : 21 heures huile végétale

⁵ Certains cycles connaissent des « ratées » d'allumage. Jusqu'à 1 cycle tous les 50, c'est inaudible sur un moteur 4 cylindres



Injection indirecte : utilisation des huiles végétales naturelles sans modifications



Injection directe : utilisation des huiles végétales après modifications des moteurs

L'huile de coprah brute dans les moteurs à injection directe non modifiés : impossible ! Pourquoi ?

Aucune huile végétale brute ou raffinée n'est utilisable en l'état dans les moteurs diesels à injection directe.

Rappelons les raisons qui obligent à modifier les moteurs à injection directe.

Lorsqu'ils délivrent jusqu'à la moitié de leur puissance nominale, ces moteurs présentent des températures moyennes de chambre inférieures à 200°C. Or, l'huile de coprah possède une température de point éclair largement supérieure à celle du fioul : 230°C pour l'huile contre 93°C pour le fioul. Ce qui signifie qu'une part de gouttelettes d'huile ne va pas se vaporiser mais va se « coller » aux parois provoquant des dépôts « goudronneux ». Ces dépôts vont vite s'accumuler sur le nez des injecteurs perturbant ainsi la pulvérisation et dégradant le fonctionnement. Ils vont également se loger dans la gorge du premier segment lui interdisant son élasticité ce qui mène à des grippages et/ou une usure rapide de celui-ci. Il y a perte de compression, difficultés de démarrage à froid et détérioration du rendement (augmentation anormale de la consommation). Si alors la dilution d'huile végétale dans le lubrifiant dépasse 1 % il peut y avoir une rapide polymérisation de l'huile de graissage provoquant le grippage total du moteur.

Dans les moteurs diesels à injection indirecte de type « chambre de turbulence », la température moyenne de la préchambre* est d'environ 500 à 600°C dès 10 % de puissance délivrée. Les huiles végétales brûlent complètement.

*: ici il s'agit de chambre « divisée ».

Les exigences des huiles végétales en tant que carburant

Qualité et traitements

Les exigences de qualité sont moins grandes et à la fois différentes de celles des huiles alimentaires. Elles dépendent du type d'oléagineux traité : coprah et palme ne contiennent pas de cires comme le tournesol. Elles sont liées au procédé d'extraction utilisé : les huiles brutes industrielles sont chargées de phosphore et de cires ce qui ne sera pas le cas des huiles artisanales.

- Les huiles naturelles carburant n'ont pas besoin d'être raffinées,
- Elles doivent être correctement filtrées (10 microns)
- Elles ne doivent pas contenir plus de 50 ppm de phosphore
- Elles ne doivent pas contenir plus de 500 ppm de cires.

Stockage et distribution

Si elles sont produites grâce à un procédé artisanal, ce qui sera le cas des circuits courts d'autoconsommation, leur traitement sera simple et peu coûteux. En revanche le stockage restera un poste exigeant de qualité et propreté (citernes propres et réservées à l'huile végétale). La distribution de la citerne aux réservoirs des engins devra également respecter la propreté de l'huile.

En conclusion, produire de l'huile naturelle carburant peut s'envisager en utilisant les outils artisanaux ou industriels existants pour la filière alimentaire. Les exigences de qualité sont moins grandes et moins coûteuses qu'en production alimentaire. Elles concernent essentiellement la filtration et le stockage.

4. Définition et Caractéristiques techniques du cocofuel

Définition :

Le cocofuel est un mélange d'huile de coprah et de fuel pour véhicule diesel.

Le cocofuel est un carburant destiné aux transports.

Le cocofuel ne convient pas à tous les types de moteurs diesels.

L'incorporation de fuel permet :

- une réduction de la viscosité du mélange « cocofuel »,
- un abaissement de la température de solidification du cocofuel. Globalement au Vanuatu le climat permet d'utiliser jusqu'à 100 % d'huile d'octobre à mars. Les 6 autres mois « Motor Traders », par exemple, distribue un mélange 60 % huile de coprah et 40 % fuel.
- Des démarrages à froid facilités, en particulier sur des moteurs dont la pression d'ouverture des injecteurs n'a pas été reréglée.

Qualité du coprah

L'huile de coprah sera produite par des presses artisanales et ne subira pas de raffinage sur site. La qualité du coprah et les soins apportés dans sa préparation sont alors essentiels pour obtenir une huile de qualité.

Pour obtenir un coprah de qualité, il faut :

Sécher l'amande le plus rapidement possible après l'avoir enlevé de la coque,

Produire du bon coprah ni trop cuit ni pas assez cuit,

Privilégier un pressage dans les 2 semaines après l'obtention du coprah.

Le coprah produit à Port Olry devra se rapprocher des « bons coprah » dont trois exemples sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Qualité du coprah :

Qualité du coprah	humidité	Teneur en huile	acidité
BON COPRAH <i>réf. n°1</i>	4.3 %	66.5%	3.0%
COPRAH Welagi (Fidji) <i>réf. n°2</i>	6.15 %	68.4	2.6%
COPRAH OUEVA <i>réf. n°3</i>	3.2%	65.9%	1.6%

* référence n°1 : (sources : G. DE TAFFIN, J.M. NOEL, V. RIBIER, rap. doc n° CP-33 ; 05/93, p.48)

* référence n°2 : (sources : Laboratoire d'analyses Agro-Alimentaires CIRAD-AMIS, Montpellier)

* référence n°3 : (source : laboratoire d'analyses DAF-SVPV, Paita, Nouvelle Calédonie)

Qualité de l'huile de coprah et Traitements

On l'a vu à la fin du paragraphe 3, l'huile de coprah contient peu de phosphore et pas de cires. Dans le cas du coprah on doit juste s'assurer d'une bonne filtration avec une qualité finale de 10 μm .

Ceci est un avantage déterminant en faveur de la dissémination de l'usage de cette huile pour l'électrification décentralisée ou les transports. En effet, et il est bon de le rappeler ici, il n'en est pas de même pour le tournesol ou le colza par exemple. Ces deux oléagineux doivent être pressés à froid ou extraits manuellement pour ne pas provoquer de taux de phosphore ou de cires trop importants entraînant ainsi la nécessité d'un semi-raffinage. Ce dernier traitement alourdi le coût de revient du biocarburant qui devient souvent plus cher que le fuel. Quant aux pressages « manuels » ou « à froid », ils produisent de plus faibles quantités d'huile de qualité, valorisable préférentiellement en alimentaire, que seules des subventions peuvent rendre compétitive face au fuel. Ceci explique pour une large part le peu d'applications « huiles biocarburant » en Europe et en Amérique du nord.

Les caractéristiques de l'huile de coprah produite peuvent être résumées dans le tableau suivant. Il n'existe pas de moyens de mesures simples pour contrôler la qualité sur le site de Port Olry. Ces chiffres sont une base que seuls des prélèvements d'échantillons pour analyses en laboratoire permettront de vérifier.

	Densité 20 °C	"Flash point" (°C)	Résidus de carbone %	"Pour Point" (°C)	Indice de Cetane	Pouvoir calorifique MJ/kg	Acides gras libres %	Grade de filtration
Fuel	0.836	93	< 0.01	-18	50	43.8	-	10 μm
Copra	0.915	230	-	23/26	43	37.1	Max. 10	10 μm

Caractéristiques du cocofuel de Port Olry

A. Le cocofuel de Port Olry se démarquera de celui utilisé auparavant à Port Vila tout en s'efforçant de rester proche de ce dernier. Ainsi les informations issues du projet de Port Olry contribueront à l'expérience du Vanuatu en matière de cocofuel.

En fonction des périodes de l'année, on proposera deux mélanges cocofuel :

- En période chaude (octobre à mars) : COCOFUEL ETE = 90 % huile de coprah + 10 % Fuel
- En période fraîche (mars à octobre) : COCOFUEL HIVER = 70 % huile de coprah + 30 % Fuel

B. Afin de garantir un suivi technique rigoureux et la remontée des informations, il apparaît nécessaire de bien identifier les taxis « candidats » à l'expérimentation et le carburant cocofuel élaboré par le projet. Pour cela des propositions de marquage peuvent être avancées :

- Apposition d'une vignette d'identification des véhicules se prêtant à l'expérimentation et ayant donc subi les contrôles techniques de départ ainsi que l'installation des équipements spéciaux,

- Coloration⁶ du cocofuel d'expérimentation, permettant le contrôle des quantités utilisées et évitant les reventes non autorisées.

5. Performances et rejets à l'échappement comparés « huile de coprah / Fuel »

Performances comparées entre huile de coprah et fuel utilisés comme carburant.

Les résultats présentés plus loin ont été obtenus lors des tests d'un groupe électrogène adapté pour l'usage de l'huile de coprah. Ce groupe électrogène de 90 KVA a été mis en service dans l'huilerie de la Coopérative Agricole et Aquacole des Producteurs d'Ouvéa (CAAPO) en Nouvelle Calédonie. Depuis le 27 septembre 1995 il alimente en énergie l'ensemble de l'huilerie de la CAAPO en consommant une petite part de l'huile brute produite. Les unités installées à Fidji sont de même type.

Caractéristiques du groupe électrogène :

Groupe triphasé 380V - 50Hz, 90KVA entraîné par un moteur à huile de coprah dont les caractéristiques sont :

Puissance en service continu : 82 KVA

Puissance en service secours : 90 KVA

Tension : 240 / 400 Volt Triphasé + neutre

Fréquence : 50 Hz

Cos phi : 0.8

Moteur :

Marque : Deutz

Type : 830 503 spécial

Puissance : 74 kW à 1500 tr/mn

Refroidissement à air

Cycle : 4 temps

Admission : atmosphérique

Injection : pompe en ligne

Nombre de cylindres : 6

Vitesse piston : 6,5 m/s

Caractéristiques de l'huile de coprah carburant utilisée :

L'huile de coprah brute produite par la CAAPO a été utilisée pendant toute la durée de l'expérimentation. Les caractéristiques de cette dernière sont données ci-dessous.

Composition en acides gras (% des acides)

C6	Caproïque	0.4	C16	Palmitique	9.5
C8	Caprylique	6.8	C18	Stéarique	2.4
C10	Caprique	5.8	C18'	Oléique	6.9
C12	Laurique	46.5	C18''	Linoléique	5.2
C14	Myristique	16.4	C20	Arachidique	0.1

Acidité

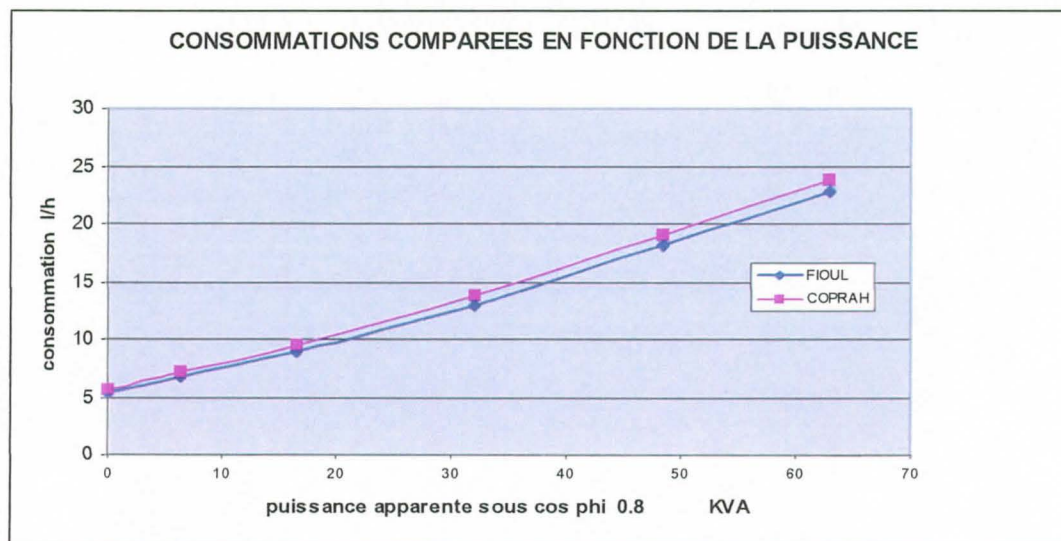
: acidité oléique : 0.96 %

acidité laurique : 0.68 %

⁶ on peut conseiller le...

Pouvoir Calorifique Inférieur : 37100 kJ/kg

De ces tests de performances il ressort globalement que quel que soit le carburant, huile de coprah ou fuel, les rendements sont identiques.



Comparaison des consommations avec un groupe adapté : 90 KVA installé à Ouvéa (Nle Calédonie)

ESSAI AU FOD 1500 tr/mn

ESSAI	kWe	Conso l/h	Conso Spec g/kWa.h	Rendt global %
1	63.0	22.7	302	28.4
2	48.5	18.1	313	27.4
3	32.1	13.0	340	25.2
4	16.6	9.0	454	18.9
5	6.4	6.7	877	9.8

ESSAI AU COPRAH 1500 tr/mn

ESSAI	kWe	Conso l/h	Conso. Spec g/kWa.h	Rendt. global %
1	63.0	23.9	342	28.4
2	48.5	19.1	355	27.3
3	32.1	13.8	387	25.0
4	16.6	9.6	521	18.6
5	6.4	7.2	1014	9.6

performances comparées avec le groupe 90 KVA d'Ouvéa (sept. 95)

- masse volumique fioul dans les conditions de l'essai : 0.838
- Pouvoir Calorifique Inférieur du fioul : 41900 kJ/kg
- masse volumique huile de coprah dans les conditions de l'essai : 0.902
- Pouvoir Calorifique Inférieur de l'huile de coprah : 37100 kJ/kg
- température de l'air admis : 34 °C

Rendement global : $\eta_g = 1 / Cs \cdot PCI$

6. Mesure des émissions dans les gaz d'échappement. comparaison « huile de coprah / Fuel »

Les résultats sont présentés dans les pages suivantes.

Les mesures d'émissions réglementées ont été effectuées en fin de test selon la procédure ISO 8178.

Le calcul des polluants réglementés s'effectue après mesure de leurs quantités pendant 5 modes et exprimés selon la méthode de calcul « D2 ».

On compare les résultats aux limites qui sont fixées officiellement depuis décembre 1995 et qui donnent les quantités maximum de polluants telles NO_x, CO, HC en g/kW.h à ne pas dépasser à partir d'octobre 98. **Remarque : Les dates de construction de ces moteurs étant antérieures à 1998, ce sont les limites d'octobre 98 qui s'appliquent et non celles de décembre 2003.**

Les mesures des émissions non réglementées portent sur :

- les aldéhydes-cétones
- les hydrocarbures aromatiques polycycliques gazeux.

Seuls les résultats validés sont diffusés et les mesures portent sur les deux carburants déjà cités.

Les mesures de polluants non réglementés in situ ont fait l'objet d'une étude que le CIRAD a mené avec l'aide de l'UTAC⁷

Les résultats :

L'examen des résultats indique un très bon comportement de l'huile de coprah comparée au fioul. En effet les taux de polluants émis respectent les limites en vigueur à partir d'octobre 98.

En matière de produits non réglementés le même comparatif est en faveur du fioul. Mais il faut souligner que l'ensemble de ces produits est bien « piégé » par les pots catalytiques et autres systèmes d'oxydation et de traitement des particules actuellement en phases de dissémination pour les diesels.

Dans un futur proche tous les moteurs diesels seront équipés de systèmes de traitement des polluants à l'échappement. En matière de rejets globaux l'huile de coprah se placera alors parmi les meilleurs gazoles dé-soufrés du marché.

⁷ Union Technique de l'Automobile et du Cycle ; Expert auprès des instances européennes et internationales, l'UTAC figure parmi les 31 organismes de certification reconnus dans le monde par l'IATF International Automotive Task Force.

LES MESURES DES EMISSIONS REGLEMENTEES.

- l'ISO 8178 et le cycle D2 applicable aux groupes de puissance
- les limites d'émissions applicables au 31/12/1998 aux groupes de 45 à 90 KVA ($75 > P > 37$ kW)
- comparaison des indice de fumée entre fioul et huile de coprah.
- les résultats d'émissions au fioul et à l'huile de coprah

Point de mesure et facteurs de pondération

Cycle	APPLICATION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Point de mesure
B	Universel	Vitesse nominale					Vitesse intermédiaire					Ralentir	Vitesse
		100	75	50	25	10	100	75	50	25	10	0	Couple
C1	Véh. & équip. indus. non routier moyen. ou fortement chargés	0,15	0,15	0,15	-	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	0,15	Facteur de pondération
C2	Véh. non routier, équip. indus. faiblement chargés	0,07	-	-	-	0,23	0,07	-	-	0,38	-	0,25	
D1	Appl. vitesse constante	0,3	0,5	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	
D2	Groupe de puissance	0,05	0,25	0,3	0,3	0,1	-	-	-	-	-	-	
E1	Moteurs de bateaux de plaisance	0,08	-	-	-	-	-	0,14	0,15	0,25	-	0,4	
E2	Moteur à vitesse const. pour la propulsion de bateaux	0,2	0,5	0,15	0,15	-	-	-	-	-	-	-	
E3	Appl. "Heavy Duty"	0,2	-	-	-	-	-	0,5	0,15	0,15	-	-	
F	Appl. ferroviaire	0,25	-	-	-	-	-	-	0,15	-	-	0,6	
G1	Moteur allumage commandé - Tondeuse à gazon	-	-	-	-	-	0,09	0,20	0,29	0,30	0,07	0,05	
G2	Moteur allumage par compression - Tondeuse à gazon	0,09	0,20	0,29	0,30	0,07	-	-	-	-	-	-	
G3	Outils portables	0,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	

Réglementations européennes

1) Applications tracteurs

Les dates d'introduction sont liées aux dates d'immatriculation des tracteurs :

Date	Gamme de puissance kW	NOx g/kW.h	HC g/kW.h	CO g/kW.h	Part. g/kW.h
Oct 97	560 > P ≥ 130	9,20	1,3	5,0	0,54
Oct 97	130 > P ≥ 75	9,20	1,3	5,0	0,70
Oct 98	75 > P ≥ 37	9,20	1,3	6,5	0,85

2) Equipements mobiles

Les dates d'introduction sont liées aux dates de construction des moteurs :

Date	Gamme de puissance kW	NOx g/kW.h	HC g/kW.h	CO g/kW.h	Part. g/kW.h
31 Déc 96	560 > P ≥ 130	9,20	1,3	5,0	0,54
31 Déc 97	130 > P ≥ 75	9,20	1,3	5,0	0,70
31 Déc 98	75 > P ≥ 37	9,20	1,3	6,5	0,85

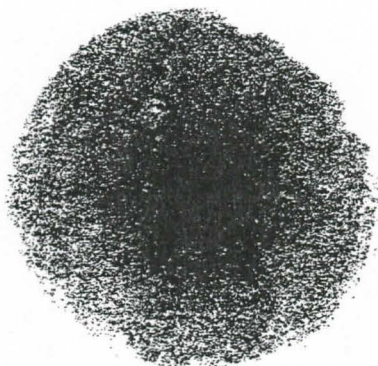
La seconde étape devrait être mise en vigueur 5 ans après la première.

Réglementations américaines (E.P.A.)

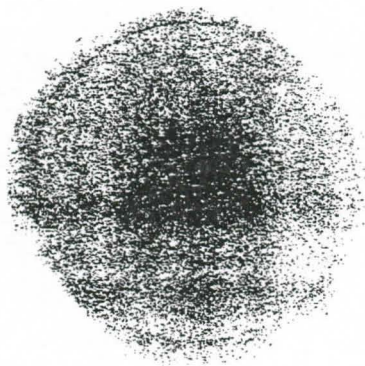
Date	Gamme de puissance kW	NOx g/kW.h	HC g/kW.h	CO g/kW.h	Part. g/kW.h
01 Jan 99	P > 560	9,2	-	-	-
01 Jan 96	560 > P ≥ 130	9,2	1,3	11,4	0,54
01 Jan 97	130 > P ≥ 75	9,2	-	-	-
01 Jan 98	75 > P ≥ 37	9,2	-	-	-

Note : Réglementation fumée identique à celle des véhicules routiers U.S.

FUMEE AU FUEL



FUMEE A L'HUILE DE COPRAH



Essais du groupe Ouvéa à l' HUILE DE COPRAH

mode	1	2	3	4	5
régime rpm	1500	1500	1500	1500	1500
charge %	100	75	50	25	10
puiss. kW mot	65	50	33.5	17	6.8
conso l/h	24.5	19.1	13.8	10.1	7.2
HC ppm V	55	52	41	32	45
NOx ppm V	464	516	329	177	116
CO ppm V	375	242	171	186	195
CO ₂ %	9.8	7	4.8	3.3.	2.4
O ₂ %	8	11.6	14.6	16.5	17.7

Résultat des mesures au coprah selon le cycle D2 en 5 modes

	R49	D2	eur oct 98 / 75 kW > P > 37 kW
CO g/kW/h	11.2	3.9	6.5
HC g/kW/h	2.4	0.6	1.3
NOx g/kW/h	14.4	9.3	9.2

Essais du groupe Ouvéa au FUEL

mode	1	2	3	4	5
régime rpm	1500	1500	1500	1500	1500
charge %	100	75	50	25	10
puiss. kW mot	65	50	33.5	17	6.8
conso l/h	23.2	18	12.8	9.6	6.8
HC ppm V	58	62	64	52	55
NOx ppm V	580	573	380	240	142
CO ppm V	230	170	165	140	161
CO ₂ %	9.1	6.8	4.6	3.2	2.3
O ₂ %	8.5	11.7	14.7	16.5	17.7

Résultat des mesures au fuel selon le cycle D2 en 5 modes

	R49	D2	eur oct 98 / 75 kW > P > 37 kW
CO g/kW/h	11.2	3.1	6.5
HC g/kW/h	2.4	0.6	1.3
NOx g/kW/h	14.4	11	9.2

LES MESURES DES EMISSIONS NON REGLEMENTEES.



Direction Essais et Réglementation
Autodrome de Linas-Montlhéry
BP 217 - 91211 Montlhéry cedex - France
Tél. 33 (1) 69 86 17 09 - Télex 609 775
Télécopie 33 (1) 69 86 17 12

Montlhéry, le 28 Juin 1995

TELECOPIE / TELEFAX - N° / NBR : 38-41-70-63

A l'attention de : Monsieur A. LIENNARD/ ESEM

De : Monsieur H. ING

**EN CAS DE PROBLEME DE TRANSMISSION, PRIERE DE NOUS CONTACTER
IMMEDIATEMENT AU 33.1.69.80.17.17.**

Cher Monsieur,

Nous vous prions de trouver ci-joint les résultats d'analyse des aldéhydes -cétones et des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) obtenus sur les cartouches et les filtres à particules (échantillons 1/3 F et 1/3 H) fournis par vos soins.

ALDEHYDES-CETONES :	10 ⁻⁶ g/ Cartouches		HAP :	10 ⁻⁹ g / filtres	
	(1/3 F) / (1/3 H)			(1/3 F) / (1/3 H)	
Formaldéhyde	0,802	4,094	Fluoranthène	5,9	7,4
Acétaldéhyde	0,539	2,110	Pyrène	7,0	11,1
Acétone	-	-	Benzo (ghi) fluoranthène	2,4	6,2
Acroléine	0,301	0,540	Benzo (a) anthracène	4,2	2,3
Propionaldéhyde	-	-	Chrysène + Triphénylène	6,0	10,8
Crotonaldéhyde	-	-	Benzo (b) fluoranthène	8,4	9,4
Méthyl éthyl cétone	-	-	Benzo (k) fluoranthène	3,4	5,3
Méthacroléine	-	-	Benzo (e) pyrène	11,5	15,2
Iso + n-Butyraldéhydes	0,306	0,722	Benzo (a) pyrène	5,6	7,8
Benzaldéhyde	0,186	0,420	Indéno (1,2,3-cd) pyrène	14,0	10,2
Iso-Valéraldéhyde	-	-	Dibenzo (ah) anthracène	17,6	8,0
n-Valéraldéhyde	-	-	Benzo (ghi) pérylène	22,6	24,4
o-Tolualdéhyde	0,080	0,160	Coronène	5,3	3,3
m + p-Tolualdéhydes	0,034	0,188			
Iso-Hexanaldéhyde	0,106	0,241			
n-Hexanaldéhyde	-	-			
n-Heptanaldéhyde	-	-			
n-Octanaldéhyde	-	-			

NOTE: (-) = trace

Avec nos sincères salutations

M. H. ING

Ce document contient 1 pages(s) y compris celle-ci

Union Technique de l'Automobile, du Monténois et du Cycle
Union de Syndicats régionaux de la région de Paris, 1977
Tél. 33 41 775 606 757 ext. 775 606 757
Télécopie 33 1 69 86 17 12
Tél. 33 41 55 93 00 P. 100 00 00 00

Résultats des mesures d'émissions non réglementées : les colonnes 1/3F sont celles correspondant au Fuel et les colonnes 1/3H correspondent à l'huile de coprah

ANNEXE 2

Huile de coprah biocarburant

L'exemple d'Ouvéa - Province des Iles Loyauté - Nouvelle Calédonie

Cette action a été financée par la Province des Iles Loyauté (PIL) et le Comité Territorial pour la Maîtrise de l'Energie (CTME).

Le CIRAD, à travers son mandat de gestion établi avec le Territoire de Nouvelle Calédonie, a été chargé de l'exécution de cette action.

Un groupe électrogène de 90 KVA - triphasé 400V - 50 Hz - entraîné par un moteur Diesel fonctionnant à l'huile brute de coprah, a été fourni par une société française suivant les spécifications et modifications indiquées par le CIRAD. Il était destiné à remplacer le groupe standard gazole qui alimentait en énergie l'huilerie de la CAAPO à Ouvéa.

Ce groupe a fait l'objet de tests de référence comparatifs huile de coprah/fioul très complets avant son expédition de métropole : performances, polluants réglementés et non réglementés.

Sa mise en service a eu lieu en septembre 95.

Aspects économiques en 1995.

Au sujet des aspects économiques de cette opération, beaucoup de choses fausses ont été écrites y compris récemment. Il convient de préciser la place modeste de cette opération « huile de coprah biocarburant » dans un projet politique volontaire orienté vers le développement des îles. L'objet de *l'opération groupe électrogène à huile de coprah d'Ouvéa* n'était pas de produire de l'électricité mais d'offrir un débouché local à un produit local en substitution à un produit importé.

En ce qui concerne l'aspect financier : l'huile produite était achetée à la CAAPO¹ 80 CFP/litre laquelle payait son gazole 80.5 CFP/litre. La coopérative avait tout loisir d'utiliser l'un ou l'autre carburant en fonction des marchés et des coûts. La préférence allant à la génération de revenus pour les agriculteurs de l'île, le groupe alimenté au « cocofuel » permettait un débouché assuré pour 10 tonnes de coprah par mois.

En fait l'objectif recherché par la Province des Iles Loyauté et la République Française était de contribuer au développement d'Ouvéa en créant ou relançant des activités locales. L'agriculture des Iles Loyauté a bénéficié de soutiens significatifs qui se sont traduits sur Ouvéa par l'installation d'une huilerie et la mise en place de subventions aux producteurs de coprah. La CAAPO agissait comme intermédiaire dans la distribution des subventions accordées à la filière coprah d'Ouvéa. Autrement dit : l'huile de coco biocarburant ne bénéficiait pas de soutien particulier.

¹ CAAPO : Coopérative Agricole et Aquacole des Producteurs d'Ouvéa

Résumé des chiffres :

Prix d'achat du coprah au producteur : 72 000 CFP/tonne, se décomposant :

- Valeur du coprah : 42 000 CFP²
- Prime de qualité supérieure : 20 000 CFP
- Prime de séchage : 10 000 CFP (qui reviennent au gérant du four)

En fonction de ses états d'achats l'huilerie recouvrait auprès de l'ERPA un maximum de 30 000 CFP par tonne achetée.

Prix du coprah pour l'huilerie : 42 000 CFP la tonne.

Sur les bases de l'année 1994, une tonne de coprah génère :

- 580 kg d'huile
- 385 kg de tourteau (vendu 30 000 CFP/tonne)

Coût en matière première de l'huile : 72 CFP/kg ou 67 CFP/litre

Vente du tourteau : 11.55 CFP

⇒ Coût en matière première de l'huile, vente du tourteau déduit : 55.45 CFP/litre

Coût de trituration par tonne de coprah sur la base de 400 tonnes par an :

- Main d'œuvre (3 employés + 1 gérant) : 19,50 CFP/litre
- Amortissement : 8.65 CFP/litre
- Entretien et maintenance : 16 CFP/litre
- Assurances, taxes et frais financiers : 2.90 CFP/litre
- ⇒ Coût de trituration : 47.05 CFP/litre

=> Prix de revient du litre d'huile départ usine : 102.50 CFP

En 1995, vente vrac à l'huilerie de Nouméa : 1 l. d'huile de coprah : 80 CFP

Prix rendu Nouméa conditionné : 1 l. d'huile de coprah : 120 CFP

Soutiens payés par l'ERPA à la CAAPO par litre d'huile :

- différentiel vente huile (120 CFP - 80 CFP) = 40 CFP

=> Prix du fioul acheté par la CAAPO : 80.5 CFP/litre

² 1 CFP = 1.064 Vatus ; 1 Vatus = 0.940 CFP (nov. 1995)

Conclusions techniques de l'expérience d'Ouvéa.

- Certaines huiles végétales extraites selon des procédés mécanisés similaires à celui de la CAAPO, nécessitent un pré-traitement (dégommage, décirage,...) avant d'être utilisées comme carburant. Les différentes études de laboratoire et les tests menés dans le monde semblaient indiquer que l'huile brute de coprah pouvait être employée sans pré-traitements.

Cependant aucune référence n'était en mesure d'établir ce fait sur le long terme.

Cette expérimentation en apporte la confirmation dans des conditions réelles d'exploitation.

- Mais il s'est dégagé la nécessité d'une filtration fine de l'huile brute de coprah pour un usage carburant. La qualité des stockages ainsi que leur entretien sont à prendre en compte pour éviter des incidents techniques (filtres colmatés).

- A 20°C l'huile de coprah est sous forme solide. Cet aspect, spectaculaire pour un carburant, est souvent cité dans la bibliographie comme rédhibitoire pour son usage dans les moteurs.

L'expérience d'Ouvéa apporte la preuve qu'il est possible de résoudre ce problème.

- La production d'électricité en continu sur un réseau à demande en puissance variable est considérée comme un test exigeant de production d'énergie. Il a été parfaitement accompli avec de l'huile de coprah comme biocarburant. Les performances de l'installation sont bonnes : la consommation spécifique globale mesurée sur site est de 0.42 litre /kWh (9 kWh par gallon) à l'huile de coprah et 0.39 litre/kWh (9.7 kWh par gallon) au fioul. Ce qui est tout à fait correct pour des générateurs de petite puissance comme celui-ci.

Par ailleurs l'expérience démontre aussi la possibilité, sous certaines conditions d'adaptation, d'employer des équipements standards d'injection du carburant et de régulation de la fréquence.

En conclusions, il a été démontré que l'on peut produire le « kWh coco » avec les mêmes exigences de qualité que le « kWh fioul ».



Le groupe électrogène 90 KVA à huile de coprah de l'huilerie de la CAAPO à Ouvéa.



Mairie d'Ouvéa.
Le pick up Toyota modifié pour l'huile de coprah.



Les sites Fidjiens

Projet de valorisation énergétique du coprah par l'utilisation de son huile comme biocarburant pour moteur diesel.

1. Vanuabalavu.

Vanuabalavu : Ile du groupe des Lau. Trois villages, Lomaloma, Sawana et Naqara, sont connectés au réseau alimenté par un groupe électrogène 80 KVA à huile de coprah.

- La mise en route de l'installation a eu lieu en avril 2000.
- Deux cents maisons, les écoles primaires et secondaires bénéficient de l'électricité produite.
- Le groupe électrogène totalisait 1500 heures au début du mois de novembre 2002. Il y a eu peu d'incidents mécaniques propres au biocarburant.
- Actuellement, le nouvel « electricity committee » compte augmenter le nombre d'heures d'électrification et atteindre douze heures par jour en quart de six heures.

Aspects économiques résumés.

Le coût de l'énergie produite dans les conditions actuelles est de **FJD³ 0.67 par kWh**
Le committee doit augmenter le tarif du kWh de FJD 0.50 à FJD 0.70 pour assurer leur contrat vis à vis du DoE et le fonctionnement du committee (salaires de l'opérateur et du collecteur de recettes).

Actuellement le carburant diesel est vendu **FJD 1.32 par litre**.

L'huile de coprah « importée » depuis l'huilerie de Savusavu arrive toutes charges comprises à Lomaloma au prix de FJD 1.05 par litre. La correction énergétique applique un facteur 1.08 à cette huile qui arrive en équivalence avec le fioul à **FJD 1.13 par litre**.

=> Les coûts en carburant du kWh produit sont de FJD 0.48 pour le fioul et FJD 0.40 pour l'huile de coprah.

Les projections ont montré que dans le cas d'une relance du coprah local, le coût du kWh reviendrait alors à **FJD 0.51 par kWh au lieu de 0.67**.

C'est pourquoi les habitants ont l'intention de s'équiper d'une unité de production d'huile à l'image de Welagi, l'autre site fidjien.

³ 1 FJD = 64.45 Vatus ; 100 Vatus = 1.55 FJD (nov. 2002)

2. Welagi

Welagi : village de l'Ile de Taveuni, 60 maisons sont électrifiées depuis juillet 2001 grâce à un groupe électrogène de 45 KVA fonctionnant à l'huile de coprah produite dans le village même.

- Une mini huilerie a été installée avec le groupe électrogène.
- Le groupe totalisait 1900 heures de fonctionnement en fin octobre 2002. Il y a eu peu d'incidents mécaniques propres au biocarburant.
- Actuellement, « l'electricity committee » compte augmenter la durée quotidienne d'électrification jusqu'à dix heures par jour. Il souhaite étendre le réseau à 10 maisons supplémentaires et augmenter le nombre de points d'éclairage public. Il voudrait également électrifier le séchoir à coprah communal et l'installer alors près de l'huilerie et du village.

Aspects économiques résumés.

L'organisation de la production d'électricité a été mise en place par les villageois :

- la fabrication de l'huile de coprah et la distribution d'électricité sont assurées dans le cadre des travaux communautaires d'intérêt collectif.
- Subsistent les coûts suivants :
 - le carburant nécessaire au tracteur communal pour transporter les noix jusqu'au centre du village,
 - le salaire des opérateurs du séchoir à coprah : le séchage peut durer 4 jours, seul le lundi ne sera pas rémunéré,
 - le fioul nécessaire au démarrage et à l'arrêt du groupe électrogène : chaque départ se fait au fioul pendant 4 minutes. Lors de l'arrêt le moteur « purge » ses conduites au fioul pendant 2 minutes.
- Ces coûts, sans être marginaux, sont faibles. Ils ont été estimés à FJD 50 par semaine.
- Selon la règle de la REP (Rural Energy Policy) le village doit provisionner un montant global de FJD 400 par mois pour la maintenance et le remplacement des équipements.
- Le village doit aussi rémunérer les opérateurs du groupe et de l'huilerie

Le committee collecte chaque semaine 5 dollars fidjiens par maison soit un total de FJD 300. Ce qui n'est pas suffisant pour couvrir les trois charges précédentes. Actuellement le coût moyen en cash du kWh pour un habitant de Welagi est d'environ **FJD 0.22 par kWh**. Ce qui est très faible en électrification rurale à Fidji.

C'est pourquoi cette communauté, qui a bien noté les coûts prévisionnels énoncés, a décidé d'offrir ce service pour les besoins domestiques. Toute charge d'entretien courant est payée sur la caisse de la communauté. Tant qu'ils le pourront, les villageois préféreront ne pas rentrer dans un système « rationalisé » d'électrification et de tarifs.

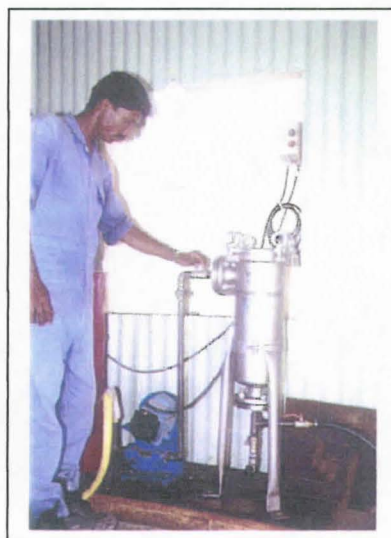
Ceci dans une certaine limite puisqu'il est prévu d'ouvrir le réseau à l'utilisation de puissance selon des bases qui seront alors tarifées.



Trois villages de l'île de Vanuabalavu sont électrifiés par le groupe 80 KVA à huile de coprah



3.



4.



5.



2.



1.

Welagi

1. tri du coprah avant broyage
2. broyage du coprah
3. pressage
4. unité de filtration de l'huile
5. le groupe 45 KVA, 60 maisons sont connectées.

ANNEXE 3

Le cocofuel au Vanuatu

Revue de quelques expériences marquantes.

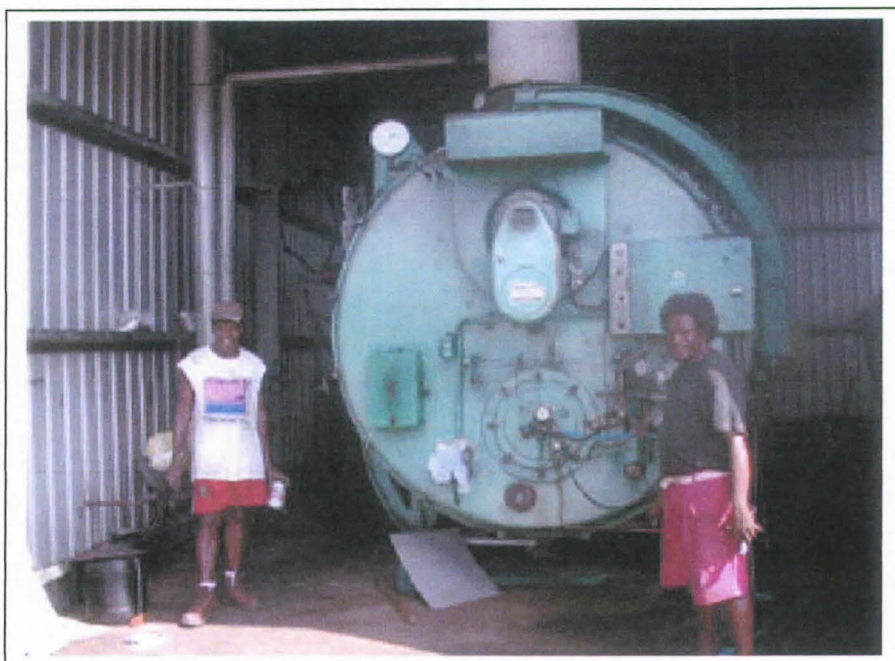
COPV (Luganville) :



Le groupe électrogène de 575 KVA de COPV qui a fonctionné au cocofuel pendant 6 mois.

COPV possède deux groupes de ce type. Ils sont équipés de moteur Lister Blackstone à injection directe. Sans modifications profondes, ils ne sont pas aptes à brûler correctement des huiles végétales.

Les essais ont débuté avec des mélanges huile de coprah/fioul alors que la demande en électricité était importante. Puis, mis en confiance, COPV a augmenté le taux d'huile de coco jusqu'à 100 %. A faible charge, la demande en électricité étant faible, les imbrûlés dus à la mauvaise combustion ont rapidement pollué le lubrifiant. La ligne d'arbre, les paliers du vilebrequin et les pistons ont grippé par faute de bonne lubrification. Les chemises des cylindres ont été rayées. L'ensemble du moteur est à reconditionner.

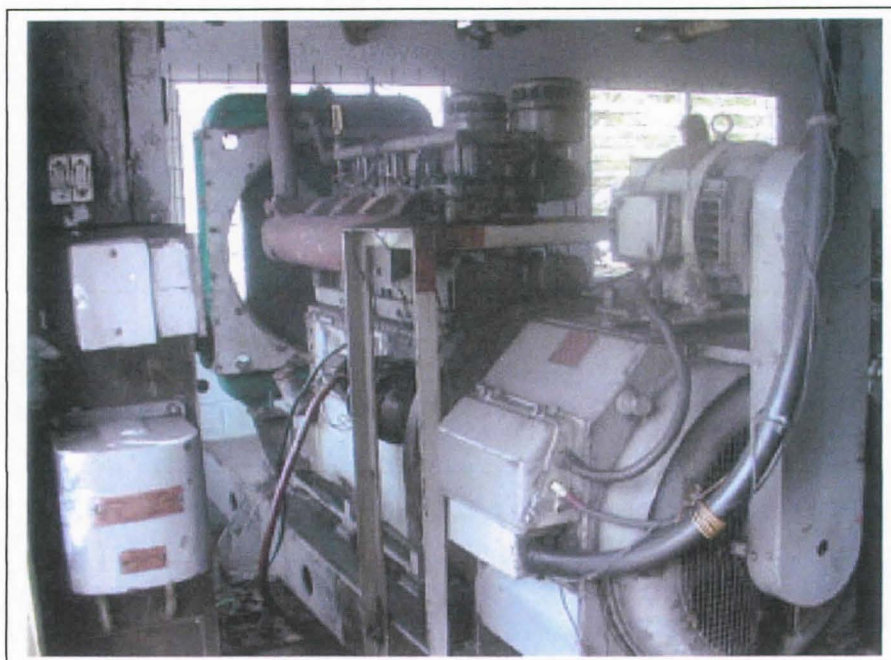


La chaudière Queensland de COPV qui utilise un mélange 50/50 huile de coprah/fioul.

COPV a eu l'initiative d'alimenter une de ses chaudières avec du cocofuel (50/50). La pression d'injection n'a pas été modifiée mais cependant l'allumage de la flamme est resté satisfaisant. La pression est ajustée manuellement et est contrôlée régulièrement pendant le fonctionnement. Sur cette chaudière le carburant est préchauffé à 80°C pour permettre une meilleure pulvérisation. Ces indications montrent à l'évidence que le brûleur n'a pas été optimisé pour l'usage du cocofuel. Mais cela fonctionne ! Il n'a pas été possible d'obtenir de données réalistes sur la consommation en huile de coprah mais il demeure que c'est une très bonne application en substitution au fioul.

Il faudrait cependant optimiser les réglages du brûleur afin d'améliorer le rendement de la chaudière et dépolluer les fumées émises. Il faut préciser que cela est possible avec des surcoûts négligeables.

AORE ADVENTIST ACADEMY (Aore)



Le groupe électrogène Mac Laren de 60 KVA qui a fonctionné un an avec du cocofuel.

L'école a fait fonctionner son groupe de 60 KVA pendant un an avec un mélange 50/50 huile de coprah/fioul. Le moteur est un 4 cylindres de 1951 de type M4-MK-11 à injection directe (voir photos suivantes), sans modifications il n'est pas apte à brûler correctement des huiles végétales.

Après plusieurs incidents mécaniques, le moteur a détruit son vilebrequin par insuffisance de lubrification. Les causes et les symptômes sont identiques à ceux observés avec le COPV. Malheureusement pour l'école il n'y a plus de pièces détachées pour ce modèle trop ancien.



Piston et culasse du moteur Mac Laren M4 à injection directe.

ANNEXE 4

Les usages électriques à Port Olry

Il y a un peu moins d'une dizaine de petits groupes électrogènes privés à Port Olry (rappel : 400 foyers familiaux). A part le groupe de la mission catholique (mais qui est ancien maintenant), ce sont des groupes de faible puissance (de 2 à 5 KVA) fabriqués pour des usages intermittents, la plupart sont à essence. Ils sont utilisés entre 3 et 4 heures par jour et toujours pour un usage de puissance particulier ou lié à une activité commerciale. Il n'y a pas d'exemple d'usage individuel tourné exclusivement sur les besoins domestiques (éclairage, vidéo privée, ventilateurs,...).

Il y a quelques panneaux solaires : à l'école primaire pour de l'éclairage et au dispensaire où la capacité installée permet de l'éclairage et de la conservation au froid de produits pharmaceutiques.

En résumé, les usages de puissance sont très limités à Port Olry et l'électricité individuelle presque inexistante. L'espoir de voir se réaliser le projet d'électrification générale du village est sûrement un facteur influent du non-équipement en groupes électrogènes individuels.

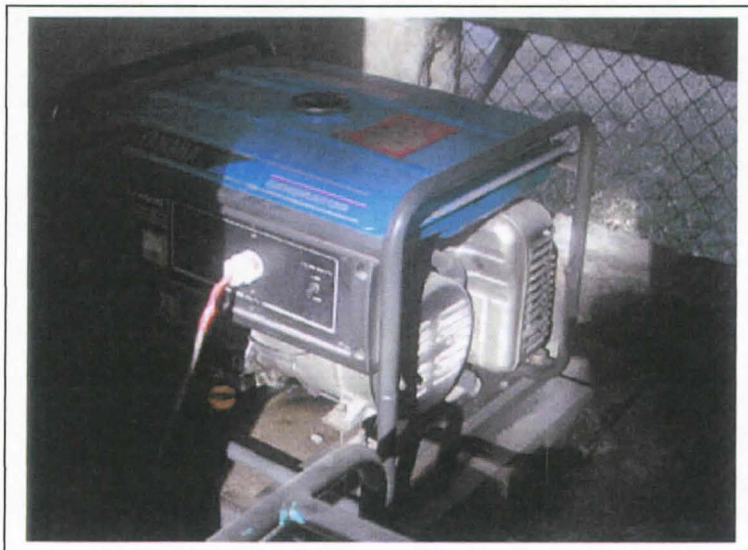
La coopérative de consommation propose un de ses deux groupes en location mais il y a peu de demande.



Le groupe de la mission : il permet d'alimenter le presbytère et l'église.
(Lister ST2, 7 KVA, Diesel)



Groupe de la coopérative de consommation : il sert en secours ou en location.
(Yanmar, 4600 VA, Diesel)



Groupe de la coopérative de consommation : il alimente les réfrigérateurs de la boutique.
(4500 VA, essence)



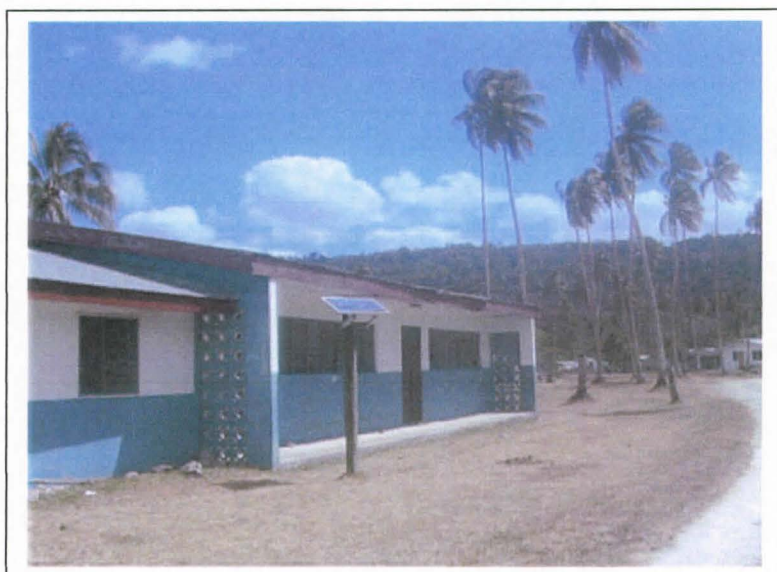
Un exemple de « générateur Canal Satellite » : il y a deux ou trois groupes de ce type. Les propriétaires louent des places dans une « case cinéma » aménagée à cet usage. Ils proposent des programmes transmis par le fournisseur Canal Satellite.

(2200 VA, essence)

Le même type de petit générateur équipe la boutique privée du secteur 2. Il sert essentiellement à alimenter un congélateur. Le propriétaire y conserve des poulets d'importation et propose des pains de glace aux pêcheurs



Le groupe de l'école primaire : il permet d'alimenter un photocopieur et de l'éclairage.
(Briggs-Vanguard 4900 VA, essence)



Il y a 3 panneaux installés à l'école primaire (2+1). Ils servent à l'éclairage et l'ordinateur de l'école.

(Photowatt PWX500)



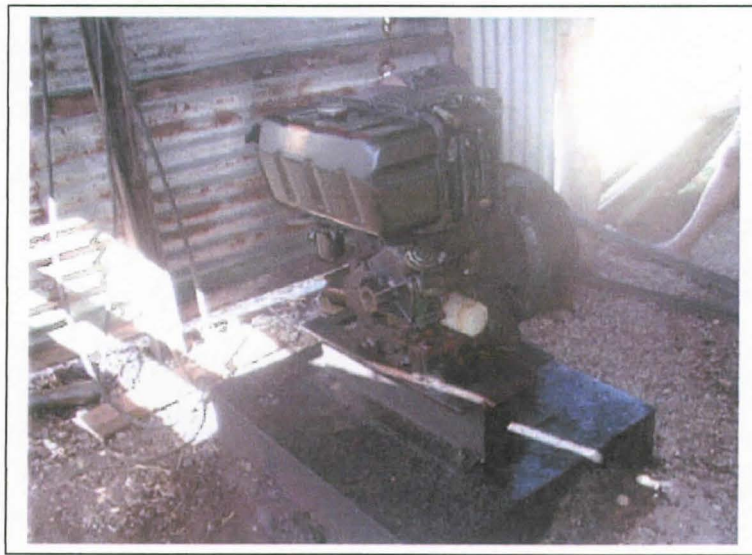
Les panneaux solaires du dispensaire : ils servent à l'éclairage et à l'alimentation d'un réfrigérateur.

(Photowatt PWX500)

CAS PARTICULIER D'USAGE DE PUISSANCE : le moteur du forage d'eau potable.

En dehors des moteurs de propulsion (hors bords, véhicules) c'est le seul usage de puissance non électrique de Port Olry. Il est question de proposer son remplacement par un moteur électrique dans le cadre du projet de Lorycoop.

(Il faut signaler l'existence de quelques tronçonneuses à essence qui permettent l'abattage et le débit de bois d'œuvre dans le village).



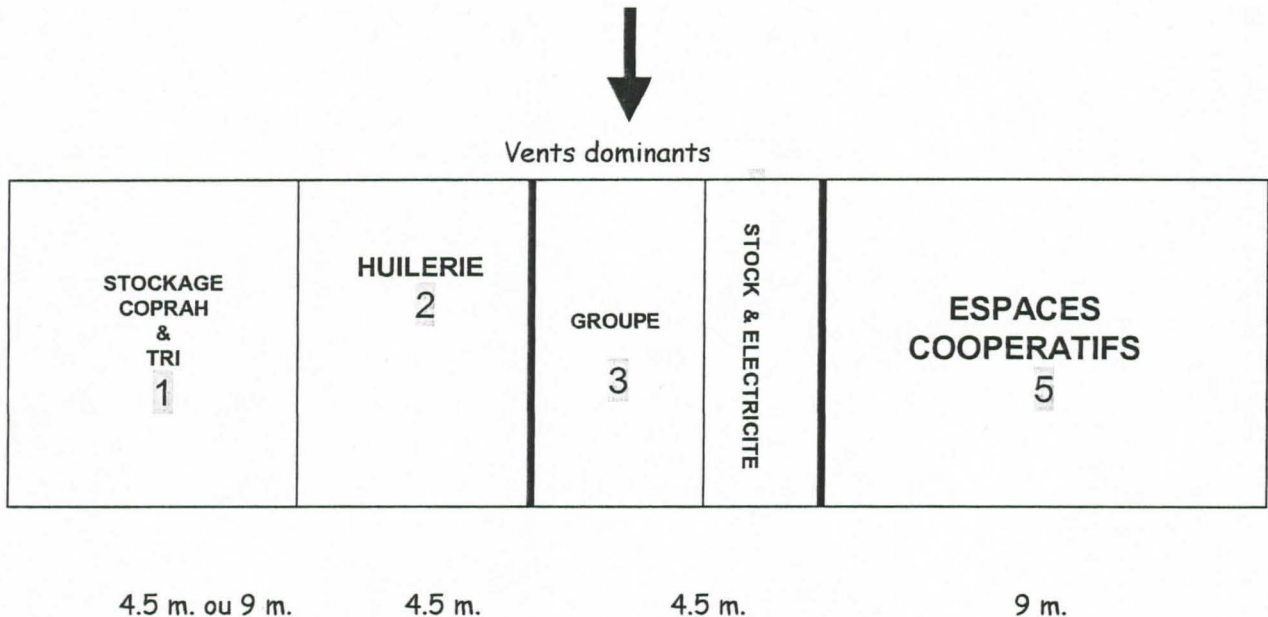
Le moteur du forage d'eau potable : il fonctionne 3 à 4 jours par semaine pendant 12 heures/jour.

(Lister LTS2, Diesel)

ANNEXE 5

Cahier des charges des équipements du projet pour les deux propositions

Le bâtiment



*Schéma d'ensemble du bâtiment. Longueur totale 22.5 m ou 29 m., largeur 7 m.
(voir schéma de construction du bâtiment 22.5 x 7)*

Cet ensemble peut très bien se concevoir en « L » ou en deux ou trois bâtiments distincts. Mais dans ces derniers cas 1 et 2 ne doivent pas être séparés.

1. Remarques

- Les longueurs indiquées ici sont des minimum.
- Les sols sont en béton si possible. C'est impératif pour la pièce abritant le groupe.
- Les vents dominants doivent souffler perpendiculairement à une largeur du local groupe. Le bardage est sur les 4 côtés.
- Les pièces 1, 2, 4 et 5 pourront être équipées de ventilateurs de plafond
- La pièce du groupe sera équipée d'un ventilateur extracteur mural.

2. Description des espaces

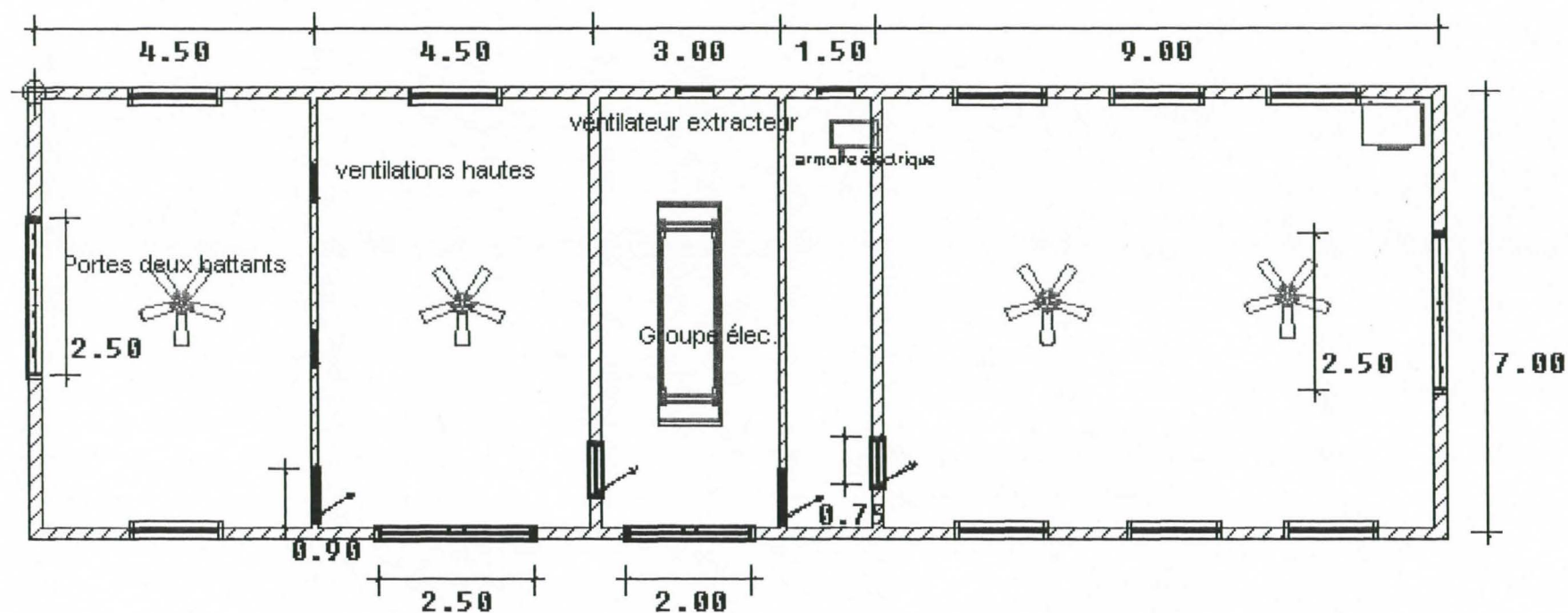
- Stockage des sacs de coprah et tri : $L \times l = 4.5 \times 7$ soit 31.5 m^2 ou $9 \times 7 = 63 \text{ m}^2$.
Espace qui peut être clos sur trois côtés. S'il est clos sur quatre côtés : prévoir une ouverture de porte de 2,50 m.
Prévoir des ventilations hautes et basses (grilles, métal déployé,...)

Si non clos, prévoir un bardage côté vents dominants.

Une porte simple (0.80 m.) pour accès à l'huilerie par l'intérieur.

Sa surface devrait correspondre à un stock possible de trois mois. Dans le cas du scénario 2 avec cocofuel pour les taxis (soit 4000 l/mois) => 20 à 25 tonnes pour trois mois

- Huilerie : Lxl = 4.5x7 soit 31.5 m²
Espace clos.
Prévoir des ventilations hautes et basse (grilles, métal déployé,
Une porte largeur 2,50 m.
Une porte simple (0.80 m.) pour accès au groupe par l'intérieur.
- Local groupe électrogène : Lxl = 3x7 soit 21 m²
Espace clos
Le mur côté huilerie en béton banché ou parpaings ciment. (insonorisation).
Une porte côté opposé aux vents dominants de 2,00 m.
Une porte (0.80 m) d'accès au local 4
- Stock et électricité : Lxl = 1.5x7 soit 10.5 m². Petit magasin de stockage de pièces et équipements mais aussi local de l'armoire électrique du groupe et de celle de l'espace coopératif et du bâtiment.
Espace clos
Le mur côté espace 5 en béton banché ou parpaings ciment. (insonorisation).
Une porte (0.80 m) d'accès au local 5 facultative.
Prévoir des ventilations hautes et basse (grilles, métal déployé,
- Espaces coopératifs : Lxl = 9x7 = 63 m². Lieu d'activité coopératives nécessitant l'usage d'électricité.
Plusieurs espaces peuvent être aménagés sans être matérialisés par des cloisons, ceci est à décider par la coopérative.
Il est vraisemblable que cette salle soit close, dans ce cas prévoir fenêtres ou ouvertures protégées (grillage,...)
Prévoir une porte largeur 2,00 m. ou 2,50 m.



Bâtiment option n°1

La production d'huile de coprah.

1. Broyeur :

- broyeur à marteaux, grille pour granulométrie 1 à 2 cm
- capacité : 100 kg par heure minimum.
- moteur électrique 240/400 V triphasé, 50 Hz, imprégnation tropicale.
- commutateur/disjoncteur fourni.

2. Presse :

- Equipée pour du coprah broyé (granulométrie 1 à 2 cm.)
- Références avec du coprah et mention des capacités et taux d'extraction.
- Capacités : (coprah/h.)
 - proposition n° 1 : 25 à 40 kg/heure.+
 - proposition n° 2 : 60 à 80 kg/heure.
- Moteur électrique 240/400 V, 50 Hz, triphasé, imprégnation tropicale.
- Préchauffage du corps de presse souhaité.

3. Unité de filtration :

- Réserve de décantation de l'huile sortie de presse de 100 litres.
- Première filtration jusqu'à 100 μm
- Réserve d'huile première filtration : 200 litres
- Seconde filtration pour usage carburant 10 μm
- Stockage final d'huile carburant : 200 litres
- Débit minimum des pompes de transfert : 500 l/heure
- Pompe à moteur triphasé, 240/400V, 50 Hz, imprégnation tropicale.

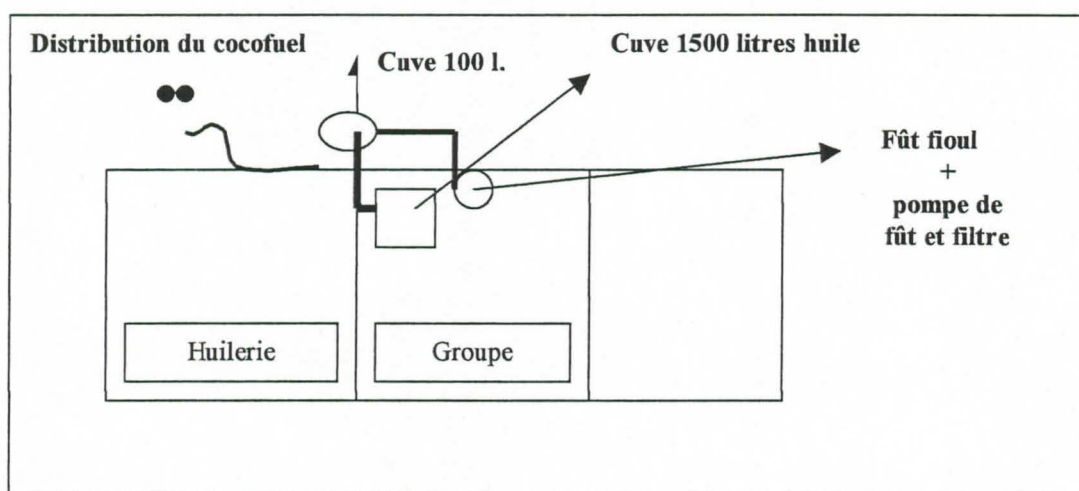
La production d'électricité.

Groupe électrogène :

- Doit être apte à utiliser de l'huile de coprah comme carburant. Des références seront demandées. La garantie constructeur devra être assurée pour cet usage.
- Doit être apte à utiliser du fioul comme carburant
- Avec l'un des deux carburants ou tout mélange de ceux-ci le groupe doit assurer 25 à 30 KVA, en service continu.
- L'huile pouvant figer compte tenu des conditions météo de Port Olry, le groupe doit inclure un système permettant l'utilisation de l'huile du réservoir journalier en moins de 15 minutes.
- L'alternateur : sortie 3 phases + neutre + terre. 400 V, 50 Hz, imprégnation tropicale.
- L'offre doit inclure les accessoires permettant la mise en œuvre sur le site (échappement, anneau de levage, batteries,...)
- L'offre inclura une armoire de commande déportée avec câblerie de 12 mètres minimum.
- L'offre détaillera et chiffrera les pièces détachées pour 3000 heures.

La production de cocofuel pour les taxis.

- Une cuve de 1500 litres pour le stockage de l'huile de coprah.
 - Un ensemble type pompe de fût avec filtre 10 μ m.
 - Une cuve d'environ 100 litres de capacité munie de :
 - une échelle visible de graduations volumiques
 - un système de défigeage pour 60 litres d'huile de coprah
 - un système mélangeur huile de coprah/fioul
 - Un poste de distribution comprenant : un volucompteur compatible avec des fluides type huile végétale et un pistolet gâchette pour réservoir d'automobile. Débit minimum 1000 litres/heure.
- Alimentation électrique mono ou triphasée 240V/400V, 50 Hz, imprégnation tropicale.



Equipements complémentaires

1. Machine à glace pour les pêcheurs :
 - Une machine produisant de la glace écaille pour des besoins de 150 kg par 24 heures.
 - Capacité de stockage de la réserve de glace écaille : 100 kg.
 - Alimentation électrique : triphasé, 240/400V, 50 Hz, imprégnation tropicale.
2. Moteur électrique du forage d'eau :
 - Moteur asynchrone triphasé 240/400V, 50 Hz, puissance 4 kW, imprégnation tropicale. Fixation à pattes, montage IM 1001. Sortie poulie.
 - Câble 3P+N, longueur 100 mètres (à revoir selon implantation du bâtiment).
3. Ensemble de pièces pour l'adaptation des taxis. Dix kits à fournir composés de :
 - Un filtre à carburant à forte perméabilité et incluant un réchauffeur électrique 12Vdc.
 - Un échangeur de chaleur eau/carburant, en ligne en amont du filtre.
 - Une pompe électrique 12Vdc de gavage.
 - 10 éléments filtrants de rechange (18 mois par taxi).

Adaptation des taxis de Port Olry à l'usage de cocofuel comme carburant

La plupart des taxis de port Olry sont des pick up japonais équipés de moteurs diesels à injection indirecte (voir photo ci-dessous). Ils sont équipés d'une pompe d'injection ne nécessitant pas de modifications pour tolérer des carburants à viscosité élevée. Leur adaptation à l'usage d'huile végétale est relativement simple avec une garantie de bon fonctionnement avérée.

Les équipements nécessaires à la préparation des véhicules sont les suivants :

- Une pompe électrique 12Vdc de gavage.
- Un échangeur de chaleur eau/carburant en ligne
- Un filtre à carburant à forte perméabilité incluant un réchauffeur électrique 12Vdc.

Le schéma de la page suivante illustre les adaptations à effectuer sur la ligne d'alimentation en carburant du moteur.

Le temps de main d'œuvre nécessaire à ces adaptations est de quatre heures par véhicule.

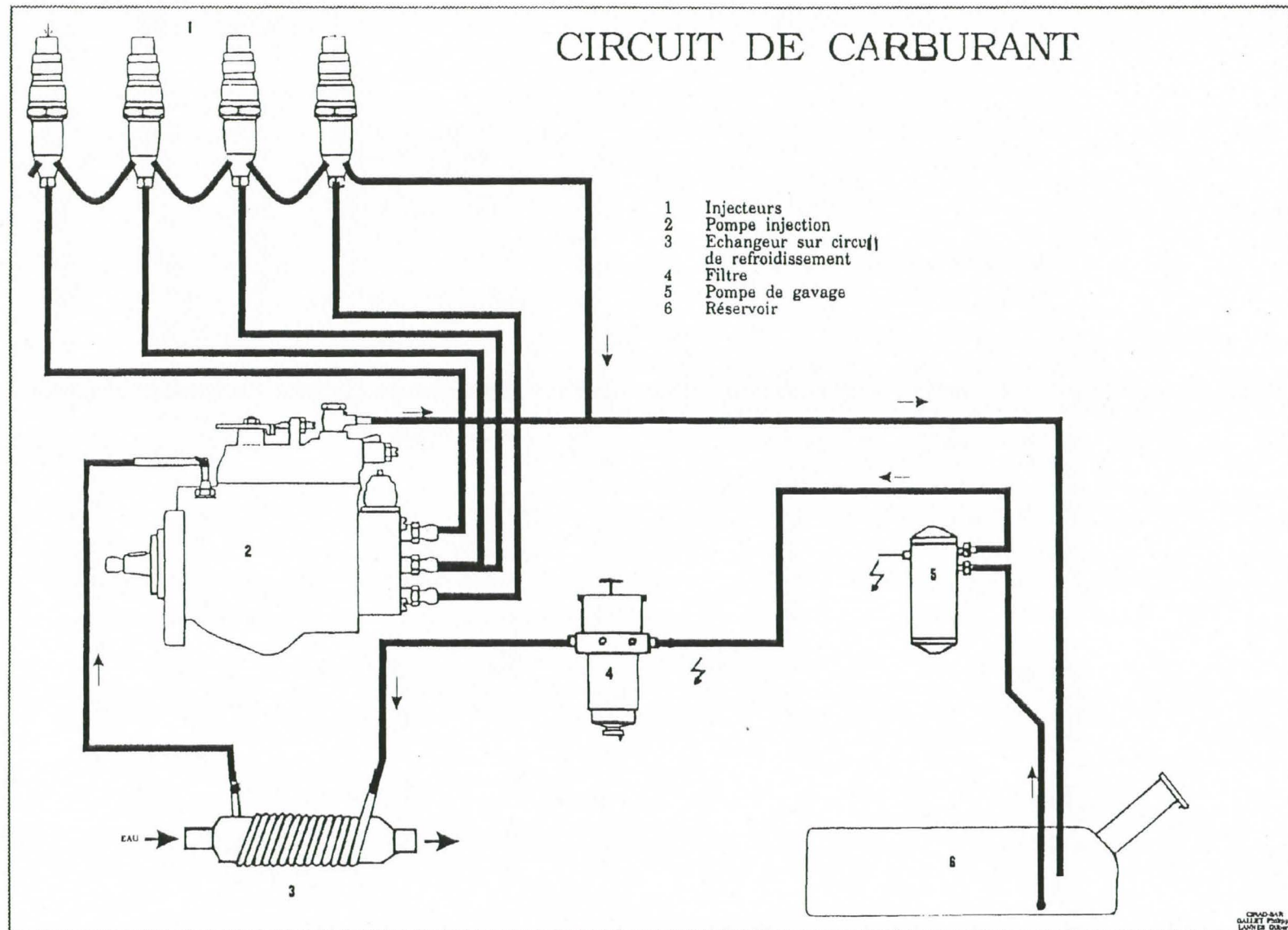
Il faut de plus augmenter la pression d'ouverture des injecteurs afin de conserver les mêmes aptitudes de démarrages à froid qu'avec du fuel et un fonctionnement stable dans les basses vitesses de rotation des moteurs ce qui limitera la consommation des véhicules. Ce point est essentiel pour garantir l'innocuité du cocofuel sur les moteurs.

Nous conseillons de régler la pression d'ouverture des injecteurs à 180 bars.

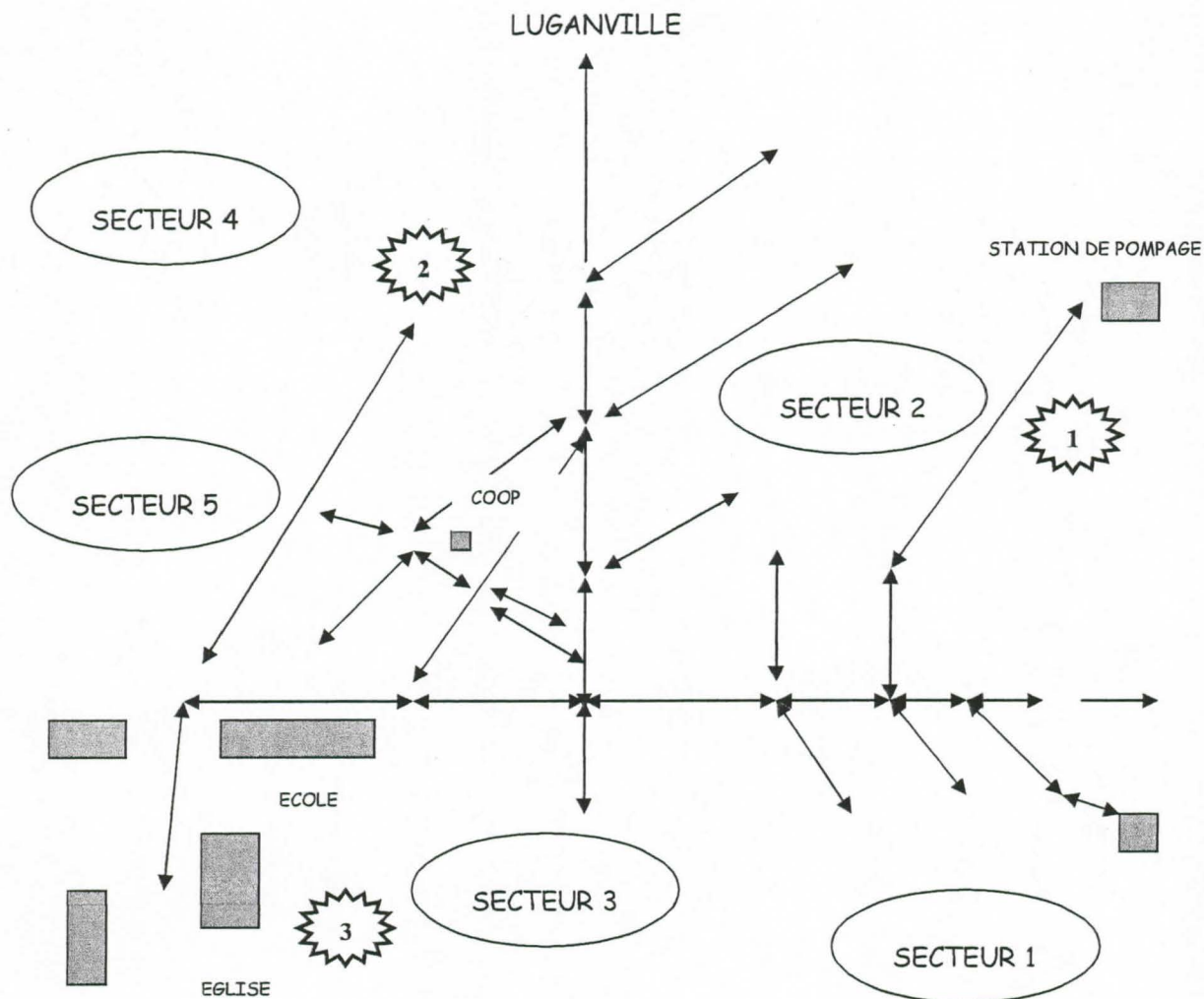
Ce réglage doit être effectué par un atelier spécialisé.



CIRCUIT DE CARBURANT



OPAD-818
GALLET-Philippe
LAVIE-Quart



Emplacements proposés pour l'édification du bâtiment coopératif

Schéma établi à partir de celui d'Unelco

Les différents sites proposés par les habitants de Port Olry.

ANNEXE 6

Utilisation d'huile de coprah comme combustible dans le projet d'alimentation électrique du village de Port Olry

1. Introduction

En 2001 l'UNELCO a établi le cahier des charges de la centrale électrique destinée à électrifier tout Port Olry.

Les enquêtes de consommation et les études de dimensionnement ont été effectuées et le budget estimatif du projet a été établi comme suit¹ :

- **Besoins :**

- Alimentation de 240 habitations (éclairage, réfrigérateur, radio, vidéo)
- Alimentation de la coopérative qui sera équipée d'une chambre froide de 20 m3
- Installation de 8 points d'éclairage public.

- **Estimation de la puissance demandée :**

- Habitations : 240 x 500 W	120 kW
- Coopérative :	5 kW
- Eclairage public :	1 kW
Total	126 kW
- Coefficient de foisonnement :	0.6
- Puissance à la pointe :	76 kW soit 95 KVA

- **Energie électrique annuelle estimée :**

- Energie annuelle :	301 552 kWh
- Carburant annuel estimé :	100 000 litres

- **Budget estimatif :**

- Centrale électrique :	18 700 000 vatus
- Réseau basse tension souterrain :	8 600 000 vatus
- Branchements :	7 200 000 vatus
- Réseau éclairage public :	1 000 000 vatus
- Etudes et suivi des travaux :	1 000 000 vatus
Total budget HT :	36 500 000 vatus

¹ D'après les informations communiquées par UNELCO.

2. Substitution du gazole ou fioul par de l'huile de coprah.

Dans cette évaluation seuls les groupes électrogènes diesel sont remplacés par des modèles identiques à ceux installés en 1995 à Ouvéa (Nouvelle Calédonie) et 2000 à Vanuabalavu (Fidji). Tous les autres éléments de l'étude d'Unelco sont conservés.

Deux cas peuvent être envisagées pour alimenter la centrale de Port Olry :

- Produire l'huile de coprah à Port Olry,
- Acheter l'huile de coprah à la COPV de Luganville.

Dans les deux cas les groupes électrogènes devront être adaptés à l'usage de gazole ou d'huile de coprah et ceci sans réglage et, le cas échéant, pour tout mélange gazole/huile de coprah.

Dans le premier cas il s'agit d'installer une huilerie capable de fournir un minimum de 108 000 litres d'huile par an.

Tout dépendra du prix du gazole rendu à la centrale de Port Olry. La fourchette s'étalant de 140 vatus, 110 vatus et 60 vatus par litre selon que la centrale achèterait au prix de détail en vigueur, avec une détaxe du gouvernement, ou encore au prix consenti par Shell à Unelco.

Dans le second cas tout dépendrait du maintien de l'accès à l'huile de COPV qui, aujourd'hui, accepte d'en vendre de faibles quantités sur Santo à 60 vatus par litre.

En fait on entrevoit bien que dans les deux cas une gestion de la centrale par Unelco garantirait un prix du gazole bon marché.

Mais Unelco ne souhaite pas être exploitant à Port Olry dans les conditions actuelles.

Il s'agit donc d'évaluer le coût de production de l'huile de coprah à Port Olry et de vérifier dans quelles conditions elle peut être produite à un prix inférieur ou égal à celui de COPV, soit 60 vatus par litre. Elle entrerait alors également en compétition avec la gazole d'Unelco qui est aussi à 60 vatus par litre rendu Port Olry.

3. Coût de production de l'huile de coprah à Port Olry

Surcoût des groupes électrogènes adaptés à l'huile de coprah : 7,6 millions de vatus ou 760 000 vatus par an sur 10 ans.

(soit pour 301 000 kWh par an, un surcoût du kWh à ajouter au prix de vente de 2,5 vatus)

- Huilerie de 200 tonnes an :

Elle ne produit que l'huile nécessaire à la centrale électrique.

L'huile produite à Port Olry reste moins chère que celle de COPV ou que le gazole d'Unelco jusqu'à un prix du coprah de 30.000 vatus/tonne payés à Port Olry.

Ce qui équivaut, en incluant les frais de transport², à 36.000 vatus/tonne rendue COPV ou VCCE à Luganville.

L'huilerie a créé 3 emplois à plein temps à Port Olry.

² De 6000 à 8000 vatus par tonne de zone Port Olry à Luganville selon la difficulté d'accès.

	Coût de production de l'huile
Prix d'achat du coprah	Huilerie de 200 tonnes
20 vatus	42 vatus/litre
22 vatus	46 vatus/litre
24 vatus	49 vatus/litre
26 vatus	53 vatus/litre
28 vatus	57 vatus/litre
30 vatus	61 vatus/litre
32 vatus	65 vatus/litre
34 vatus	70 vatus/litre

L'investissement total est de 9,2 millions de vatus.

L'investissement inclut un bâtiment de 80 m²

Prix de vente du tourteau : 25 Vatu/kg (Il faut vendre 90 tonnes de tourteaux par an !)

- Huilerie de 350 tonnes an :

Elle produit l'huile de coprah pour la centrale électrique, les taxis de Port Olry et 4 tonnes par mois pour d'autres usages.

L'huile produite à Port Olry reste moins chère que celle de COPV ou que le gazole d'Unelco jusqu'à un prix du coprah de 32.000 vatus/tonne payés à Port Olry ou 38 000 vatus/tonne rendue COPV ou VCCE.

L'huilerie a créé 4 emplois à plein temps à Port Olry.

	Coût de production de l'huile
Prix d'achat du coprah	Huilerie de 350 tonnes
20 vatus	36 vatus/litre
22 vatus	40 vatus/litre
24 vatus	44 vatus/litre
26 vatus	48 vatus/litre
28 vatus	52 vatus/litre
30 vatus	56 vatus/litre
32 vatus	60 vatus/litre
34 vatus	64 vatus/litre

L'investissement total est de 21,5 millions de vatus.

L'investissement inclut un bâtiment de 120 m²

Prix de vente du tourteau : 25 Vatu/kg (Il faut vendre 157 tonnes de tourteaux par an !).

ANNEXE 7

Calcul du coût de production de l'huile de coprah et du kWh

Le calcul des différents coûts de production dépend bien évidemment de la configuration des équipements, sachant que plusieurs cas de figure sont envisagés.

Dans tous les cas, on se place dans la situation où le projet pré-finance les équipements nécessaires et où le fonctionnement de l'activité permet de financer le remplacement de l'équipement à l'identique.

Configuration n°1 : de 25 à 45 tonnes de coprah par an

Le premier cas de figure correspond à l'option de d'électrification partielle sans fourniture de cocofuel. L'unité comprend alors une petite unité d'extraction, capable de triturer 25 kg de coprah par heure, et un générateur d'une puissance de 36 KVA.

Presse 25 kg/h + pièces détachées 2 ans	8.800 €
Broyeur à coprah avec système de filtration	7.000 €
Groupe électrogène 36 KVA	35.200 €
Pièces détachées groupe 2 ans	3.000 €
Total	54.000 €

Il existe une certaine incertitude sur les conditions d'acheminement du matériel d'Europe à Port Olry. Les conditions dépendront notamment de la possibilité de regrouper ou non les différents matériels au départ Europe. La mission a toutefois obtenu quelques données sur ces coûts de transport, qui seraient de l'ordre de 4.140 euros pour le transport assurance comprise hors frais de douane

Au taux de change de 140 vatus par €, les différents équipements acheminés à Port Olry représentent une valeur de 8,14 millions de vatus que le projet doit être en mesure de générer au terme de la durée de vie du matériel pour être en mesure de le remplacer et de continuer l'activité. Compte tenu des spécificités du matériel et des conditions artisanales d'utilisation, la durée de vie est estimée à environ 10-12 ans.

Les frais de maintenance de l'ensemble du matériel sont estimés à 19.000 vt/mois, incluant le renouvellement régulier des petites pièces pour usure.

La main d'œuvre nécessaire pour le fonctionnement de l'unité est estimée à un responsable à mi-temps, sur une base plein temps de 33.000 vt/mois, accompagné de deux manœuvres, payés à la journée en fonction des besoins sur la base de 800 vt/j. A titre indicatif, la trituration de 25 tonnes de coprah par an à raison de 125 kg/j donnerait 200 journées de travail à l'année.

Estimation des consommables

- gazole 20 litres/mois
- coprah : de 2 à 3,75 tonnes par mois
- 7% de la production d'huile est consommée par la mini-huilerie

Production à valoriser

Le rendement d'une petite presse est de l'ordre de 50%, c'est à dire que la trituration d'une tonne de coprah donne 500 kg d'huile (soit 550 litres) et 450 kg de tourteau, le reste étant considéré comme des pertes. Il faut toutefois déduire la consommation de l'huile de coprah utilisée pour faire tourner le générateur (3 litres d'huile par heure de fonctionnement) ; dans le cas de figure précédent, la consommation d'huile serait de l'ordre de 350 litres.

Méthodologie de calcul

Soit x la quantité de coprah triturée par an en tonnes. La production d'huile en tonnes est de $0,5 x$, et de $550 x$ en litres (1 tonne correspond approximativement à 1.100 litres). La quantité de tourteau est de $0,45 x$ tonnes. Toutefois, compte tenu d'une consommation intermédiaire de l'huile de 7% pour faire tourner la presse, la production disponible *in fine* est de $515 x$ litres.

Les charges annuelles sont les suivantes

- les provisions annuelles pour renouvellement de l'équipement, désignées par Pr
- l'achat du coprah : x tonnes, payées au prix au kg p_1
- les charges salariales
 - o charges salariales fixes pour le responsable à mi-temps, notées S_1 : 12 mois à 16.500 vatus/mois, soit 198.000 vatus/an
 - o charges salariales variables pour les manœuvres, notées S_2 : la quantité triturée par jour étant de 125 kg de coprah, le nombre de jours de travail dépend de la quantité totale triturée et est égal à $x/0,125$; les charges salariales des manœuvres se montent à $2 * 800 \text{ vatus/j} * x/0,125$, soit $12.800 x$
- la maintenance, notée Mn , également fixe, de 19.000 vatus/mois, soit 228.000 vatus/an
- le gazole, noté G_s , pour démarrer le moteur, à raison de 20 litres par mois, soit 240 litres par an, et un coût de l'ordre de 26.000 vatus/an

La valorisation de la production se fait au prix de l'huile qui permet d'équilibrer charges et recettes. Les recettes sont les suivantes :

- $515 x$ litres d'huile, valorisés au prix p_2
- $450 x$ kg de tourteau, valorisés au prix p_3

L'équilibre des charges et des recettes donne l'équation suivante :

$$Pr + 1.000 p_1 * x + S_1 + S_2 + Mn + G_s = 515 p_2 * x + 450 p_3 * x$$

On peut ainsi calculer p_2 , le prix de l'huile qui permet l'équilibre :

$$p_2 = 1/515x (Pr + 1.000 p_1 * x + S_1 + S_2 + Mn + G_s - 450 p_3 * x)$$

En remplaçant chaque terme par sa valeur ($Pr = 814.000$, $S1 = 198.000$, $S2 = 12.800 \times$, $Mn = 228.000$, $Gs = 26.000$), on obtient une expression de $p2$, le prix de l'huile, fonction de x , la quantité de coprah triturée, de $p1$, le prix d'achat du coprah, et de $p3$, le prix de vente du tourteau :

$$p2 = 2.458/x + 24,8 + 1,94 p1 - 0,87 p3$$

Cette formule appelle les commentaires suivants :

- Le terme $2.458/x$ représente les charges fixes ; elles sont constituées des provisions pour remplacement des équipements (64%), des frais de maintenance (18%), des charges salariales relatives au responsable de l'unité (16%), et du gazole pour démarrer le moteur (2%) ;
- Les deux termes suivants 24,8 et $1,94 p1$ représentent les charges variables : le premier correspond aux salaires des 2 manœuvres, le second au coût d'approvisionnement en matière première (coprah) ;
- Le prix de vente de l'huile $p2$ augmente de 1,94 vatus quand le prix d'achat du coprah augmente d'un vatu ;
- Pour un prix d'achat du coprah de 25 vatus/kg et un prix de vente du tourteau de 15 vatus/kg, une augmentation des quantités triturées de 10 % (de 30 à 33 tonnes) abaisserait le coût de production d'environ 5 % (de 142,2 à 134,7 vatus/litre).

Il est à signaler que ce coût de production est artificiellement élevé par le fait qu'il tient compte de la provision pour renouvellement du générateur alors même que l'utilité de celui-ci dépasse la simple production d'huile de coprah. Cette valeur est plutôt à considérer comme un prix de cession interne, le produit final valorisable n'étant pas l'huile mais de l'énergie électrique.

Coût de production du kWh

Le calcul du coût de production du kWh se fait en considérant qu'un litre d'huile de coprah permet de produire 2,3 kWh à partir du groupe électrogène. Le coût de production du kWh est donc de 0,435 celui du litre d'huile, puisque la provision pour renouvellement du générateur est déjà comptabilisée dans le calcul du coût de production de l'huile.

Configuration n°2 : de 45 à 100 tonnes de coprah par an

La deuxième configuration correspond au même générateur, d'une puissance de 36 KVA, mais la presse de 25 kg/h a été remplacée par une autre de 50 kg/h. La méthodologie de calcul est identique.

Coût des équipements

Presse 50 kg/h + pièces détachées 2 ans	13.800 €
Broyeur à coprah avec système de filtration	7.500 €
Groupe électrogène 36 KVA	35.200 €
Pièces détachées groupe 2 ans	3.000 €
Station service cocofuel	3.600 €
Total	62.500 €

En ajoutant les mêmes coûts de transport que précédemment (4.140 €), les différents équipements acheminés à Port Olry représentent une valeur de 9,33 millions de vatus. La durée de vie est également estimée à environ 10-12 ans.

Le kit d'adaptation des trucks au coco-fuel coûte de l'ordre de 500 € l'unité rendu Port Olry ; il faut y rajouter le coût du montage, estimé à 10.000 vatus/unité. On obtient donc un total de 80.000 vatus/unité. Cet investissement sera à rembourser sur 3 ans par les taxis, qui consomment environ 24.000 litres sur les quatre ans. L'investissement est remboursé par une taxe de 4,5 vatus/litre.

Les frais de maintenance de l'ensemble du matériel sont estimés à 30.000 vatus/mois, incluant le renouvellement régulier des petites pièces pour usure.

La main d'œuvre nécessaire pour le fonctionnement de l'unité est estimée à un responsable à trois quart de temps, payé 33.000 vt/mois équivalent temps plein, soit 24.750 vt/mois, et à deux manœuvres, payés à la journée en fonction des besoins sur la base de 800 vt/j.

Méthodologie de calcul

On applique la même méthodologie de calcul avec des valeurs légèrement modifiées

Les charges annuelles sont les suivantes

les provisions annuelles pour renouvellement de l'équipement, désignées par Pr
l'achat du coprah : x tonnes, payées au prix au kg p1

les charges salariales

- o charges salariales fixes pour le responsable à mi-temps, notées S1 : 12 mois à 24.750 vatus/mois, soit 297.000 vatus/an
- o charges salariales variables pour les manœuvres, notées S2 : la quantité triturée par jour étant de 300 kg de coprah, le nombre de jours de travail dépend de la quantité totale triturée et est égal à $x/0,3$; les charges salariales des manœuvres se montent à $2 * 800 \text{ vatus/j} * x/0,3$, soit $5.330 x$

la maintenance, notée Mn, également fixe, de 30.000 vatus/mois, soit 360.000 vatus/an

le gazole, noté Gs, pour démarrer le moteur, à raison de 20 litres par mois, soit 240 litres par an, et un coût de l'ordre de 26.000 vatus/an

La valorisation de la production se fait au prix de l'huile qui permet d'équilibrer charges et recettes. Les recettes sont les suivantes :

515 x litres d'huile, valorisés au prix p2

450 x kg de tourteau, valorisés au prix p3

L'équilibre des charges et des recettes donne l'équation suivante :

$$Pr + 1.000 p1*x + S1 + S2 + Mn + Gs = 515 p2*x + 450 p3*x$$

On peut ainsi calculer p2, le prix de l'huile qui permet l'équilibre :

$$p2 = 1/515x (Pr + 1.000 p1*x + S1 + S2 + Mn + Gs - 450 p3*x)$$

En remplaçant chaque terme par sa valeur ($Pr = 933.000$, $S1 = 297.000$, $S2 = 5.330 x$, $Mn = 360.000$, $Gs = 26.000$), cela donne :

$$p2 = 3.223/x + 10,3 + 1,94 p1 - 0,87 p3$$

- Le terme $3.223/x$ représente les charges fixes ; elles sont constituées des provisions pour remplacement des équipements (58%), des frais de maintenance (22%), des charges salariales relatives au responsable de l'unité (18%), et du gazole pour démarrer le moteur (1%) ;
- Le prix de vente de l'huile $p2$ augmente de 1,94 vatus quand le prix d'achat du coprah augmente d'un vatu ;
- Pour un prix d'achat du coprah de 25 vatus/kg et un prix de vente du tourteau de 15 vatus/kg, une augmentation des quantités triturées de 10 % (de 60 à 66 tonnes) abaisserait le coût de production d'environ 4,5 % (de 99,5 à 94,6 vatus/litre).

Calcul du coût de production du kWh

Pour les mêmes raisons que dans le cas n°1, le coût de production du kWh s'obtient en divisant $p2$ par 2,3.

Configuration n°3 : de 100 à 180 tonnes de coprah par an

La troisième configuration correspond au même générateur, d'une puissance de 36 KVA, mais avec une presse de 100 kg/h. La méthodologie de calcul est identique.

Coût des équipements

Presse 100 kg/h + pièces détachées 2 ans	25.000 €
Broyeur à coprah avec système de filtration	10.000 €
Groupe électrogène 36 KVA	35.200 €
Pièces détachées groupe 2 ans	3.000 €
Station service cocofuel	7.200 €
Total	80.400 €

En ajoutant des coûts de transport légèrement supérieurs que précédemment (5.200 €), les différents équipements acheminés à Port Olry représentent une valeur de 12 millions de vatus. La durée de vie est également estimée à environ 10-12 ans.

Les frais de maintenance de l'ensemble du matériel sont estimés à 35.000 vatus/mois, incluant le renouvellement régulier des petites pièces pour usure.

La main d'œuvre nécessaire pour le fonctionnement de l'unité est estimée à un responsable à plein temps, payé 33.000 vt/mois, et à deux manœuvres, payés à la journée en fonction des besoins sur la base de 800 vt/j.

Méthodologie de calcul

On applique la même méthodologie de calcul avec des valeurs légèrement modifiées

Les charges annuelles sont les suivantes

- les provisions annuelles pour renouvellement de l'équipement, désignées par Pr
- l'achat du coprah : x tonnes, payées au prix au kg p1
- les charges salariales
 - o charges salariales fixes pour le responsable à mi-temps, notées S1 : 12 mois à 33.000 vatus/mois, soit 396.000 vatus/an
 - o charges salariales variables pour les manœuvres, notées S2 : la quantité triturée par jour étant de 600 kg de coprah, le nombre de jours de travail dépend de la quantité totale triturée et est égal à $x/0,6$; les charges salariales des manœuvres se montent à $2 * 800 \text{ vatus/j} * x/0,6$, soit $2.670 x$
- la maintenance, notée Mn, également fixe, de 35.000 vatus/mois, soit 420.000 vatus/an
- le gazole, noté Gs, pour démarrer le moteur, à raison de 20 litres par mois, soit 240 litres par an, et un coût de l'ordre de 26.000 vatus/an

La valorisation de la production se fait au prix de l'huile qui permet d'équilibrer charges et recettes. Les recettes sont les suivantes :

- 515 x litres d'huile, valorisés au prix p2
- 450 x kg de tourteau, valorisés au prix p3

L'équilibre des charges et des recettes donne l'équation suivante :

$$Pr + 1.000 p1 * x + S1 + S2 + Mn + Gs = 515 p2 * x + 450 p3 * x$$

On peut ainsi calculer p2, le prix de l'huile qui permet l'équilibre :

$$p2 = 1/515x (Pr + 1.000 p1 * x + S1 + S2 + Mn + Gs - 450 p3 * x)$$

En remplaçant chaque terme par sa valeur (Pr = 1.200.000, S1 = 396.000, S2 = $2.670 x$, Mn = 420.000, Gs = 26.000), cela donne :

$$p2 = 3.965/x + 5,1 + 1,94 p1 - 0,87 p3$$

- Le terme $3.965/x$ représente les charges fixes ; elles sont constituées des provisions pour remplacement des équipements (59%), des frais de maintenance (21%), des charges salariales relatives au responsable de l'unité (19%), et du gazole pour démarrer le moteur (1%) ;
- Le prix de vente de l'huile p2 augmente de 1,94 vatus quand le prix d'achat du coprah augmente d'un vatu ;
- Pour un prix d'achat du coprah de 25 vatus/kg et un prix de vente du tourteau de 15 vatus/kg, une augmentation des quantités triturées de 10 % (de 140 à 154 tonnes) abaisserait le coût de production d'environ 3,8 % (de 68,9 à 66,3 vatus/litre).

Calcul du coût de production du kWh

Pour les mêmes raisons que dans le cas n°1, le coût de production du kWh s'obtient en divisant p2 par 2,3.

ANNEXE 8

Actions visant à améliorer la qualité du coprah

La qualité est le résultat final de l'ensemble des soins apportés tout au long de la chaîne de production du coprah, et il est important de ne négliger aucune des étapes du processus productif. Il est important de noter un principe général de la transformation alimentaire, affirmant qu'il est impossible de restaurer une qualité dégradée, sauf s'il ne s'agit que d'éliminer des matières étrangères. L'on peut tout au plus ralentir un processus de dégradation (stabilisation du produit), mais jamais revenir au niveau de départ, même en employant de gros moyens techniques. Les actions d'amélioration de la qualité sont envisagées en distinguant chaque étape du processus productif :

- au champ (entretien de la cocoteraie, fréquence des tours de récolte)
- au séchage (séchage rapide et bien conduit sur un four à air chaud en bon état)
- après séchage (stockage du coprah dans de bonnes conditions)

La qualité dépend du niveau de maturité des noix

Le meilleur rendement de conversion en bon coprah est obtenu en traitant des noix à pleine maturité : bien mures (comme celles qui tombent au sol à 12-13 mois) mais qui n'ont pas été laissées sur le sol plus de 3 semaines. La sur-maturation qui survient lors du séjour au sol des noix tombées entraîne leur dessèchement partiel, phénomène qui facilite l'extraction de l'amande fraîche (green copra) mais déclenche également la germination, processus de dégradation de l'amande (pertes de coprah et baisse de sa teneur en huile).

Il faudrait donc ramasser et décoquer le plus souvent possible les noix tombées : d'une façon optimale, toutes les 2 à 3 semaines. Mais les producteurs ne vont sur leur parcelle que quand ils sont sûrs d'y trouver suffisamment de noix pour lancer une opération de préparation de coprah qui justifie le déplacement d'une équipe. Dans les conditions moyennes de production rencontrées à Nord Santo, cela demande 2 à 4 mois après une récolte. Cela illustre bien le lien étroit qui existe entre productivité de la parcelle et qualité du coprah produit : plus un champ est productif et plus souvent son propriétaire lancera des campagnes de récolte - extraction de green copra qui, portant sur des noix de bonne maturité, donnent un produit de meilleures qualité.

La qualité dépend des soins apportés au champ

Si elle n'est pas sénescence, une cocoteraie bien entretenue donne plus de noix, des noix plus grosses et finalement plus de coprah à l'hectare. Elle est plus facile à récolter, car à périodicité égale de récolte, l'on y trouve plus de noix au sol dont le ramassage demande moins de travail par noix. Cette meilleure productivité en coprah permet d'effectuer des récoltes plus fréquentes que dans les cocoteraies standard et donc de traiter des noix de maturité requise mais non germées. Comme vu plus haut, ces noix donneront plus de coprah / noix et un coprah de meilleure qualité au séchage.

La qualité dépend de la façon dont le séchage est opéré

Rapidité de mise en œuvre : le coprah est un produit oléagineux obtenu par séchage de l'amande fraîche de coco. Dans le coprah, l'huile de coco constitue l'élément recherché. Tant qu'elle est incluse dans une noix vivante, la qualité de l'huile présente dans l'amande fraîche reste optimale : à ce stade, l'huile vierge est composée de triglycérides non dégradés et de micro-éléments stabilisants qui la protègent de l'oxydation (insaponifiable). Mais avec l'extraction hors de la noix, les tissus de l'amande entrent progressivement en arrêt physiologique et sont contaminés par des microbes, deux phénomènes qui entraînent la libération d'enzymes capables de dégrader l'huile vierge.

- Seul le séchage de l'amande peut stopper la dégradation du coprah et de son huile, car il permet de réduire la teneur en eau du produit jusqu'à une valeur empêchant le fonctionnement des enzymes hydrolysantes et le développement des microbes : à moins de 7% d'humidité, le produit est stabilisé et peut être stocké et conservé dans de bonnes conditions.



Mauvais copra mal séché issu de noix immatures

- En conséquence, tout retard dans le démarrage du séchage du green copra entraîne une dégradation du produit dont la qualité diminue alors très vite. Si l'on ne peut commencer le séchage de l'amande fraîche dans les heures qui suivent son extraction, l'on obtient par la suite un coprah de mauvaise qualité qui présente les défauts suivants : coloration jaune-brunâtre, consistance caoutchouteuse (gummy copra), mauvais comportement au pressage, teneur élevée en gommages de l'huile extraite.

Adéquation du séchoir : le séchage de l'amande fraîche doit être réalisé rapidement mais sans brûler le coprah et sans le polluer :

- A l'exposition à la fumée contamine le coprah, qui absorbe des produits de combustion colorants et cancérigènes (hydrocarbures aromatiques polycycliques). Un coprah de première qualité doit donc être séché sur un séchoir à air chaud, dans lequel ce ne sont pas les gaz de combustion qui traversent la couche de coprah mais de l'air chauffé préalablement par un tube étanche faisant office de foyer (pipe). Ce tube doit être étanche et les fumées de combustion devraient être rejetées au dessus du toit du séchoir.

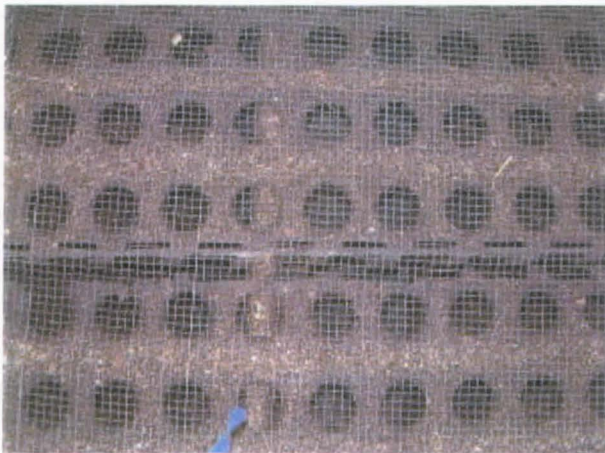


Pipe en fûts de récupération hors d'usage



Pipe en tôle soudée de 5 mm, neuf, prêt à monter

- La vitesse de séchage dépend de la température de l'air de séchage (élevée mais inférieure à 70°C pour éviter le brûlage), du coefficient de passage de l'air de séchage (lui-même fonction du coefficient de passage de la grille supportant le coprah et de l'épaisseur de la couche d'amande -bed- mise à sécher : inférieure à 25 cm), et enfin de la fréquence des retournements de la couche (le coprah situé au dessus de la couche sèche moins bien que celui situé au dessous).



Bed construit sur plaque sommerfield (faible coefficient de passage de l'air)



Bed construit sur métal déployé (fort coefficient de passage)

- A noter que les beds des séchoirs visités à PO présentait un coefficient de passage inférieur à 30%, ce qui est deux fois trop faible. Ceci est du à leur mode de construction : un grillage à mailles soudées porté par des plaques Summerfield elles mêmes supportées par des tubes de 3 pouces.

La bonne conduite du séchage repose sur le respect des 4 consignes suivantes : couche d'amande ne dépassant pas 20-25 cm maxi d'épaisseur, chauffage régulier, retournement fréquent, durée suffisante pour sécher à moins de 7% d'humidité :

- Concernant l'épaisseur de la couche d'amande à sécher, les producteurs surchargent souvent le séchoir, qu'ils remplissent à ras bord. Or, les plat-bords du bed sont la plupart du temps équipés de réhausse, qui en portent la hauteur à 30 cm et plus. Il faudrait arrêter le chargement à 20-25 cm d'épaisseur et considérer que la réhausse en bordure de bed n'a pas d'autre fonction que de réduire le refroidissement du coprah, soumis à l'action du vent.



Séchoir correctement chargé (la couche de coprah n'arase pas les bordées)

- La régularité de l'allure du chauffage nécessite l'allumage de plusieurs feux successifs, entre lesquels la couche d'amande est retournée. Dans le cas d'une utilisation en continu du séchoir (cas d'un équipement collectif), l'implantation d'un massif cimenté ou d'un enrochement autour du pipe chauffant permet d'allonger la durée de séchage au delà des périodes de feu (grâce à l'inertie thermique)
- Le retournement du coprah doit être réalisé toutes les 6 heures (8 heures maxi). Cette opération est d'autant plus aisée et efficace que le grillage supérieur du bed est sans accroc et que la couche d'amande n'est pas trop épaisse.
- Si l'on respecte ces conseils, l'on doit obtenir un coprah d'excellente qualité (couleur claire, teneur en eau inférieure à 7%) en une trentaine d'heures, ce qui permet de traiter trois fournées par semaine (voir chronogramme ci-dessous).

Tableau 1 : chronogramme hebdomadaire des opérations de séchage

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Matin	⋮ F3		⋮ F1		⋮ F2		⋮
Après-midi							⋮
Nuit	D1		D2		D3		⋮

NB : D : début, F : fin, tiret continu : action, tiret discontinu : temps d'attente

La qualité peut se dégrader rapidement

L'obtention de coprah de qualité supérieure demande des efforts (investissement, soins attentifs) ; par contre, la dégradation d'un lot peut survenir sans qu'on y prenne garde, très facilement, par simple négligence ou inattention :

- en cas de réhydratation (stockage sur un sol humide, mouille par la pluie au cours du transport...)
- suite aux attaques d'insectes parasites des stocks (lieu de stockage non nettoyé régulièrement, utilisation de sacs parasités)
- après un stockage de longue durée (mais c'est rarissime chez les producteurs...).

Il est impossible d'obtenir un bon coprah à partir d'un lot de mauvaise qualité, mais il est très simple de laisser se dégrader un bon produit...

ARRETE RELATIF A LA QUALITE DU COPRAH

Article 1^{er} : *Il est défini deux classes de qualité de coprah :*

- 1) Coprah de type supérieur ou type 1 ou 1^{re} qualité
- 2) Coprah de type courant ou type 2 ou 2^e qualité

La classification en coprah supérieur ou coprah courant est réalisée selon les critères mentionnés dans les tableaux ci après.

Définitions des termes "coprah", "impuretés", "moisissures", "amandes immatures ou germées" :

- "coprah" signifie la pulpe de la noix de coco soit verte, soit séchée.
- "impuretés" signifie toute matière qui n'est pas du coprah y compris les coques, la poussière, le sable, les pierres, etc...
- "moisissures" signifie tout champignon qui se fixe sur le coprah mal séché ou mal stocké. Seront tolérées 20% de moisissures superficielles n'altérant pas ou peu l'amande (moisissures vertes ou noires). Les moisissures profondes, brunes ou jaunes ne seront pas tolérées.

Article 2 : *Le coprah doit :*

- Avoir été exclusivement séché au four à air chaud ou au soleil
- N'avoir subi aucune opération ayant pour but de lui enlever une partie des matières grasses qu'il contient
- Être emballé dans des sacs portant des marques distinctes et lisibles permettant d'identifier chaque producteur.

Article 3 :

La qualité du coprah est déterminée par un expert assermenté après examen d'au moins 5% du lot. Il peut retirer de la vente ou ordonner la destruction aux frais du propriétaire des lots ne répondant pas aux conditions prévues aux articles 1 et 2.
Les lots de coprah donnent lieu à l'établissement d'un certificat d'expertise (Annexe 1).
Les sacs doivent recevoir une marque distinctive.

Article 4 :

En cas de contestation des conclusions d'expertise et ce dans le délai d'un mois à compter de la date d'expertise, le coprah sera à nouveau expertisé par le chef du Service Vétérinaire et de la Protection des Végétaux ou son représentant. Cette contre-expertise pourra s'effectuer soit sur les lieux de production, soit à quai à Nouméa. Les frais engendrés (billet de transport, fret, assurance...) sont à la charge du demandeur de la contre-expertise.

Article 5 :

En cas d'exportation, les négociants peuvent faire effectuer, à leurs frais, des analyses complémentaires par les laboratoires d'analyse du Territoire.

Article 6 :

Les infractions aux dispositions du présent arrêté sont passibles des peines prévues par la quatrième classe d'infraction par l'article RT 25 du code pénal.

LE COPRAH SUPERIEUR

Critères de Classification	Coprah Supérieur
Humidité	< ou = 7%
Aspect	<ul style="list-style-type: none"> - Aspect blanc à brun nacré. - Une tranche mince de coprah brûle sans difficulté - Cassure franche
Couleur	- Blanc à blanc terne
Impuretés	- Au maximum 0,5% d'impuretés
Moisissures	- 0% Aucune moisissure
Amandes Immatures ou germées	- Au maximum 5%
Insectes	- Aucune attaque d'insectes
Aspect des morceaux	- Moins de 10% (en poids) de fragments inférieurs au 1/8 de l'amande complète
Odeur	Odeur agréable. Aucune odeur de fumée ou de brûlé

LE COPRAH

SUPERIEUR





LE COPRAH COURANT

LE COPRAH COURANT

Critères de Classification	Coprah Courant
Humidité	< 9%
Aspect	<ul style="list-style-type: none"> - 7 à 8% : se plie avant de casser avec un bruit sourd, crépite en brûlant - 8 à 9% : légèrement caoutchouteux, liseré d'humidité
Couleur	- Gris clair à brun clair
Impuretés	- Au maximum 2% d'impuretés
Moisissures	- Au maximum 20% de moisissures noires ou vertes
Amandes immatures ou germées	- Au maximum 20%
Insectes	- Attaques d'insectes tolérées
Aspect des morceaux	- Présence de petits morceaux irréguliers minces. Pas d'amandes brûlées ou grillées
Odeur	<ul style="list-style-type: none"> - Légère à nette odeur de rance. - Aucune odeur de fumée ou de brûlé



LIMITES ADMISES



**LE MAUVAIS
COPRAH
NE PAIE PAS**

LE MAUVAIS COPRAH (A TRIER OU A DETRUIRE)

Critères de Classification	Le mauvais Coprah
Humidité	Supérieure ou égale à 9%
Aspect	coprah mou, spongieux, caoutchouteux
Couleur	Brun clair à brun foncé
Impuretés	+ de 2%
Moisissures	+ de 20% des amandes avec des moisissures noires ou vertes. Présence de moisissures brunes ou jaunes
Amandes immatures ou germées	+ de 20% d'amandes immatures ou germées
Insectes	Nombreuses attaques d'insectes
Aspect des morceaux	Coprah constitué en majorité de petits morceaux irréguliers, minces, pourris, brûlés, grillés ou moisiss
Odeur	Nette odeur de rance, de fumée ou de brûlé

LE MAUVAIS





ANNEXE 9

Relevé des produits vendus à la coopérative de commercialisation de Port Olry

Rappel sur le fonctionnement de la coopérative de consommation de Port Olry :

Toute personne désirant adhérer à la coopérative doit acquérir une part sociale de 2.000 vatus. Elle perçoit en fin d'année une ristourne de 15% du montant des achats qu'elle a effectués au cours de l'année.

A noter qu'il existe également quelques magasins privés sur Port Olry, dont le chiffre d'affaire cumulé peut être estimé comme équivalent à celui de la coopérative.

Vente d'huile de table et de margarine

Les ventes d'huile de table sont de 100 à 120 litres par mois, se décomposant par parts relativement égales de la manière suivante :

- des bouteilles de 250 ml (huile de palme BIMOLI d'Indonésie), vendues à 100 vatus/u
- des bouteilles de 500 ml (huile de soja de Malaisie), vendues à 200 vatus/u
- des bouteilles d'un litre (huile de soja de Malaisie), vendues à 300 vatus/u
- des bouteilles de 2 litres (huile de palme « King's choice » de Singapour), vendues à 640 vatus/u

Les ventes huile augmentent d'un facteur compris entre 10 et 20% quand du maquereau est pêché.

A cela s'ajoute la vente d'environ 40 paquets de margarine de 250 g (marque ETA) par mois, soit 10 kg/mois, au prix unitaire de 180 vatus

Vente de savons et détergents

Les ventes de savon de la coopérative sont estimées à 800 unités de 120 g par mois, au prix unitaire de 40 vatus. Les 2/3 de ces ventes sont du savon produit par le VCP (Vanuatu Coconut Products), le dernier tiers est d'origine chinoise (marque Wild Flower).

Le détergent, importé d'Indonésie, est vendu sous forme de savons de 210 g (marque Batangan), vendus 60 vatus, ou de sachets de 200 g en poudre (marque FOM), vendus 100 vatus. Les ventes mensuelles sont de l'ordre de 300 savons Batangan et de 250 sachets FOM.

Autres ventes

La coopérative vend également un peu d'huile de coco corporelle, produite par le VCP : environ 40 bouteilles de 300 ml, vendues 180 vt l'unité, et 50 bouteilles de 125 ml, vendues 160 vt l'unité.

Les ventes de gazole sont de 3.000 litres par mois, au prix de 140 vatus/l, celles de kérosène de 800 litres par mois, au prix de 120 vatus/l.

A titre indicatif, le kilo de riz est vendu 130 vatus

ANNEXE 10

Actions de diversification sous forme de produits autres que le coprah

Transformation par voie humide

Cette famille de procédés de transformation regroupe toute une série de technologies permettant de valoriser l'amande fraîche. Tous ces procédés (voir flow-sheet ci-contre) démarrent de la même façon :

- Ouverture des noix
- Râpage de l'amande des demi-noix sur une râpe motorisée à tête sphérique
- Ou bien (variante) :
 - Extraction manuelle de l'amande
 - Râpage de l'amande fraîche sur une râpe motorisée à tambour (type manioc) (variante coco râpé : parage de l'amande avant râpage, de façon à obtenir un produit blanc).



Râpe à tambour utilisée au Vietnam (détail rotor)



Râpe à manioc utilisée pour râper l'amande au Ghana

La suite des opérations varie selon les produits :

- Crème : pressage de l'amande râpée dans une presse à cage, à vis ou hydraulique
- Lait : idem, mais l'amande est légèrement diluée à l'eau tiède avant pressage
- Huile vierge : déphasage de la crème (acidification puis léger chauffage et filtration), ou encore : séchage de l'amande râpée en couche mince sous tente solaire puis pressage à la presse hydraulique, à vis ou à cage
- Candies et nougats : cuisson douce de la crème additionnée de sucre jusqu'à obtention d'une confiture, puis incorporation d'amandes de noix et solidification sur marbre
- Coco râpé : séchage sur claie en four à air chaud et finition sous tente solaire
- Chips de coco et coco confit frit : découpe des morceaux d'amande fraîche parée à l'aide d'une trancheuse (slicer) en tranches fines (chips) ou épaisses (coco confit frit); dans ce dernier cas, découpe des tranches épaisses en cubes, séchage sous tente solaire puis

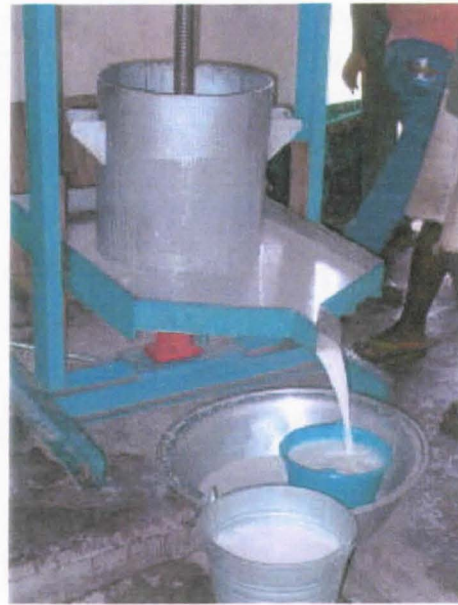
immersion dans un sirop chaud ; dans tous les cas, séchage-friture des morceaux d'amande ainsi préparés dans un bain d'huile de coco porté à 150°C ; égouttage à chaud et ressuyage sur papier filtre.

La préparation de ces produits nécessite l'emploi d'appareils dont plusieurs sont communs à différents procédés et, plus généralement, peuvent être utilisés pour d'autres transformations (versatilité) :

- Râpe mécanique à tambour (convient au manioc et aux racines en général)
- Presse : manuelle (à cage, à vis) ou motorisée (hydraulique ou à vis) ; peut convenir également à l'extraction d'autres huiles (arachide, nangai...) ou de jus de fruit (si les parties en contact avec le produit sont réalisées en inox)



Presse à paquets utilisée au Vietnam



Presse à cage testée au Ghana

- Fourneau amélioré à foyer fermé (économie de combustible, cheminée pour l'évacuation des fumées) : fritures de poissons, de chips de fruits et de beignets ; fabrication de confiture et de sucre de palmier, etc.
- Trancheuse : l'on emploiera celle utilisée pour la préparation de la farine de manioc
- Tente solaire : idem.

Usage des sous produits de transformation

Généralement, la fabrication de lait, crème, chips etc. part de noix débourrées et génère donc la production de sous-produits : bourres et coques. Au Vanuatu, le déburrage des fruits n'est pas réalisé, sauf à très petite échelle (quelques noix pour la préparation du lait de coco pour le repas). L'on n'y dispose donc pas de bourres et de coques, mais de demi enveloppes composées d'une demi-bourre avec une demi-coque collée à l'intérieur. Ce sous produit n'a guère d'usage, sauf pour préparer des chips qui constituent un excellent support de croissance pour la culture hydroponique horticole en serre (growing medium), mais de faible masse volumique, d'où des coûts de transport importants dans une situation isolée comme Port Olry ; voir le point développé ci-dessous).

Si, dans le cadre du projet Lorycoop, l'on décidait de développer des activités de transformation nécessitant l'emploi de fruits débourrés (extraction de lait ou fabrication de coco râpé), l'on

disposerait alors d'enveloppes (bourres) et de coques bien séparées. Ces sous-produits permettent de fabriquer des produits nouveaux au Vanuatu, comme les ficelles et cordes issues du traitement de la fibre de coco ou encore le charbon de coques. Les procédés de fabrication à employer sont très simples :

- **Fibres** : concassage de la bourre dans un broyeur à marteaux pour détacher les fibres de la matrice liégeuse ; séparation des fibres et de la poussière de coïr par traitement dans un trommel incliné ; toronnage des fibres en ficelles puis en cordes (toronneuses 4 voies). Les fibres traitées (en ficelles ou en écheveaux) peuvent être utilisées pour préparer des cordes ou des tapis.



Atelier de tordage de fibre de coco à Ouvéa



Corde de fibre de coco préparée aux Comores

- **Coques** : remplissage d'un fût au 1/3 de sa capacité avec des coques sèches ; allumage de ces coques à l'aide de braises ; remplissage complémentaire du fût avec d'autres coques sèches ; recouvrement du fût par une tôle et retournement du tout sur un espace de terre/sable meuble, retrait de la tôle et maintien de la gueule du fût sous le niveau du sol (étanchéité de la pyrolyse anoxique) ; retournement du fut et aspersion du charbon à l'eau pour stopper la combustion qui sinon reprendrait avec l'oxygénation du milieu ; vidange du fût sur un espace propre et tri du charbon pour éliminer les fines et les imbrûlés. Ce charbon présente une grande pureté, est très performant et brûle sans flamme et sans fumée. Il peut être utilisé pour réaliser des travaux fins (orfèvrerie), mais aussi bien sûr, pour alimenter un foyer banal.

Certaines contraintes doivent être surmontées si l'on veut développer ces nouveaux produits (fibres et charbon) : au Vanuatu, personne ne débourre les fruits si bien que les bourres et les coques ne sont pas disponibles. Les producteurs réalisent au champ l'extraction de l'amande fraîche, ce qui minimise les coûts de transport : seule la partie valorisable de la production est transportée, d'où un volume et une masse de produit réduits. Au Vanuatu, les ratios de conversion du fruit sont les suivants :

Tableau n°2 : coûts de transport de la noix de coco selon le stade de transformation

	Volume (m³)	Masse	Coûts* de Transport
1000 fruits entiers	3,5	1050	450
1000 noix débourrées	1,5	756	200
Green copra de 1000 fruits	0,6	353	100

NB : * : base 100 pour le green copra

En évacuant du champ la seule amande décoquée, en lieu et place des fruits non débourrés, l'on réduit les volumes à transporter vers des unités de traitement centrales par un facteur de 6 et les coûts de transport par $4\frac{1}{2}$!!



Déchargement de green copra ramené du champ sur le séchoir

Il faudrait donc que la valeur des produits fabriqués à partir des bourres et des coques dépasse largement le surcoût du transport pour justifier une telle modification du système actuel de traitement de la production.

Valorisation du bois de cocotier

Comme révélé par le diagnostic agronomique réalisé par la mission, plus de 30% de la cocoteraie de Port Olry est sénile et improductive ; elle occupe des terres agricoles qui pourraient être mieux valorisées. Les producteurs pourraient être intéressés à replanter ces parcelles en variétés de cocotier améliorées, après abattage des vieux cocotiers, ce qui permettrait de disposer des stipes pour la production de bois d'œuvre.

L'exploitation du bois de cocotier présente certaines difficultés : la plante est une monocotylédone à croissance unidirectionnelle (point de croissance unique), qui ne produit pas de bois à proprement parler. Cette particularité se traduit de la façon suivante sur la manière d'exploiter le « bois » de cocotier :

- L'on ne trouve un bois de densité élevée (et donc de bonnes caractéristiques mécaniques) que dans certaines zones du stipe : en bas (bois âgé de plus de 25 ans) et en périphérie (la densité diminue de la périphérie vers le centre du stipe)
- En conséquence, l'exploitation des stipes de cocotier pour le bois demande des arbres âgés de 50 ans et plus, ayant poussé lentement et non blessés superficiellement (car cela perturbe l'exploitation des couches périphériques)
- Le sciage consiste à trancher des planches dans la zone périphérique, après élimination de l'écorce
- Cette opération est couramment réalisée à l'aide de scies à chaîne, mais il existe des bancs de scie mobiles spécialisés comportant une lame circulaire adaptée à ce type de bois (voir ci-dessous). A noter qu'il existe au Vartc, Saraoutou, une scie spécialement équipée pour débiter les stipes de cocotier (scie Hervet)
- Le bois de cocotier comporte une grosse proportion de silice et est très abrasif. Son exploitation (sciage ou autre travail de préparation et finition) demande des outils

réalisés en aciers spéciaux (carburés ou stellités) dont l'affûtage nécessite un matériel adapté.

- Enfin, ce bois doit donc être soigneusement traité contre les champignons et les insectes pour améliorer sa durabilité.



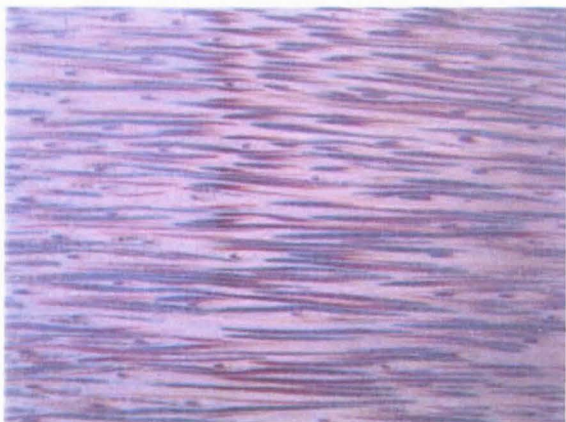
Sciage de long à Zanzibar (Tanzanie)



Débitage de planches de bois coco à la tronçonneuse (Comores)

Le « bois » de cocotier est une essence esthétique très appréciée, avec laquelle l'on réalise des meubles et objets de grande qualité, qui offrent une très belle présentation. Selon les catégories de bois employées, l'on peut l'utiliser comme suit :

- Avec les planches de bois dense : ébénisterie (meubles massifs), parquets, petits objets et ustensiles, artisanat (handicraft)
- Avec le bois moins denses provenant de zones intermédiaires (plus internes, plus hautes) : madriers et liteaux pour la construction.



Bois de cocotier : détail du grain après découpe



Cadres de fauteuils dans un atelier d'ébénisterie à Zanzibar

A noter enfin que l'exploitation « forestière » des vieilles cocoteraies permet de disposer du bourgeon terminal des cocotier, ou « cœur de coco » : il s'agit d'un produit typique de la gastronomie asiatique et pacifique, qui peut être valorisé en restauration (zones touristiques, comme Port Vila).

L'exploitation du bois de cocotier pourrait s'inscrire dans le cadre d'un programme de régénération des cocoteraies les plus anciennes de Port Olry. Elle intéresse potentiellement les producteurs désirant régénérer leurs parcelles, car offrant un revenu pouvant aider à financer l'investissement de replantation. Cette exploitation permettrait de développer en aval des activités d'ébénisterie, qui concernent plutôt les hommes.

ANNEXE 11

Contenu des formations destinées à renforcer la maîtrise technique des équipements de l'unité opérationnelle

Description des postes de travail

Poste huilerie :

Deux profils :

- Les manœuvres, ils sont chargés :
 - de la manutention du coprah et des tourteaux,
 - du tri avant broyage,
 - du broyage,
 - de l'alimentation de la presse en coprah broyé.
- Les chefs d'équipe, ils ont en charge :
 - de la conduite de la presse,
 - des étapes de filtration de l'huile,
 - du stockage de l'huile produite,
 - des entretiens périodiques de la presse et des équipements périphériques.

Poste groupe électrogène :

Deux profils :

- Les opérateurs, ils sont chargés :
 - des contrôles avant démarrage,
 - de la mise en route,
 - de la connexion aux réseaux,
 - de la surveillance pendant le fonctionnement,
 - de l'arrêt du groupe.
- Les mécaniciens, ils ont en charge :
 - les entretiens périodiques,
 - les interventions pour réparations simples sur le moteur,
 - les interventions pour réparations simples sur l'huilerie.

Poste réseaux électriques :

Profil :

- Electriciens, ils sont chargés :
 - des contrôles périodiques des connexions,
 - des réparations simples sur les réseaux,
 - des premiers diagnostics sur les problèmes de la génération d'électricité.

Cahier des charges des manuels d'opération et de maintenance

Manuel d'opération :

Il doit comporter :

- La description des procédures de mise en route (avec les sécurités)
- La description des procédures d'arrêt (avec les sécurités)
- La description des contrôles de bon fonctionnement
- La description des identifications de problèmes
- La description des contrôles périodiques
- Une liste d'aide au diagnostic des pannes

Manuel de maintenance :

Il doit comporter :

- La description illustrée des différentes maintenances à effectuer
- La liste des équipements avec leurs références projet et leurs références commerciales

1. Formations sur la préparation et la trituration du coprah

Les formations identifiées sont au nombre de 4 :

- La préparation et la trituration du coprah
- La filtration et le stockage de l'huile
- La production d'électricité à partir d'un groupe électrogène
- L'utilisation et la distribution d'électricité

1.1 Contenu :

La formation devra couvrir les thèmes suivants :

- le coprah : reconnaissance de la qualité pour la trituration, son stockage.
- la préparation : triage, broyage.
- le pressage : connaissance de la presse, manipulations, les tourteaux.
- l'huile brute : ses traitements, les conditions de stockage.

1.2 Public concerné :

La formation s'adresse aux personnels de l'huilerie.

1.3 Durée prévue :

Sa durée sur le site peut être estimée à une semaine. Un suivi continu mensuel les trois premiers mois, puis bisannuel doit être prévu avec le ou les formateurs.

1.4 Profil du formateur - résultat attendu :

Le formateur doit avoir l'expérience pratique de la trituration du coprah sur petites unités (moins de 200 kg/heure).

On peut penser à un appui des employés de COPV mais en accompagnement à un opérateur de petite presse à Vanuatu ou à un Fidjien du village de Welagi. Le cas échéant, le CIRAD, bien sûr, pourrait se charger de cette formation.

Un manuel de fonctionnement et de maintenance spécifique à l'installation de Port Olry devra être produit.

2. Le Cocofuel : filtration et stockage de l'huile.

2.1 Contenu :

« L'huile de coprah pour être utilisée comme carburant, en particulier des moteurs diesels, doit être parfaitement filtrée ».

L'enseignement tiré des opérations en cours indique que 90 % des ennuis rencontrés jusqu'à présent sont dus à une mauvaise filtration de l'huile. En fait, l'huile carburant doit être plus « propre » (exempte de particules solides et d'eau) que l'huile traditionnelle alimentaire. Même si l'huile carburant peut contenir des Acides Gras Libres¹ et présenter de piètres qualités organoleptiques.

Le stockage est important également : il faut bannir l'utilisation de fûts d'occasion. La recommandation est de mettre en place des cuves neuves dédiées à ce seul usage.

2.2 Public concerné :

La formation doit s'adresser aux personnels en charge de l'huilerie et être orientée vers la sensibilisation sur les qualités d'huiles produites, depuis l'huile brute issue de pressage mécanique jusqu'aux huiles obtenues manuellement selon des procédés traditionnels.

2.3 Durée prévue :

La durée de cette formation sur le site même peut être estimée à une semaine. Là aussi, un suivi continu mensuel les trois premiers mois, puis bisannuel doit être prévu avec le ou les formateurs. La collecte d'échantillons pour analyses de la qualité du cocofuel produit doit être intégré dans la prestation.

2.4 Profil du formateur - résultat attendu :

Le formateur doit connaître les différentes qualités d'huiles de coprah artisanales et leur méthode d'obtention. Il doit être instruit des spécifications précises de l'huile carburant et préférablement avoir une expérience de son usage carburant.

On peut penser à un spécialiste de l'huile de coco du Vanuatu accompagné de Tony Deamer de Motor-Traders qui a une bonne expérience du cocofuel et de ses exigences de qualités. Le CIRAD pouvant leur fournir les spécifications techniques et les recommandations générales.

Là aussi, un manuel de fonctionnement et de maintenance spécifique à l'installation de Port Olry devra être produit.

3. Le Groupe électrogène : production d'électricité.

3.1 Contenu :

¹ Contrairement à ce qui s'écrit fréquemment ! L'huile carburant peut contenir jusqu'à 20 % d'AGL (FFA).

Une formation sur le fonctionnement et la maintenance du groupe diesel-électrogène doit être organisée.

3.2 Public concerné :

La formation s'adresse aux personnels en charge de la mise en œuvre quotidienne du groupe et aux mécaniciens de Port Olry. On peut proposer que tous soient concernés même si tous ne seront pas employés par la coopérative (ce serait un apport du Popaca à la qualification technique de la communauté).

3.3 Durée :

Un minimum de trois jours doit être prévu sur site.

3.4 Profil du formateur - résultat attendu

On peut penser à l'appui d'UNELCO. Le CIRAD pouvant se charger d'établir les manuels de fonctionnement et de maintenance.

4. L' électricité : utilisation et distribution d'électricité.

4.1 Contenu :

Les parties électriques du bâtiment et la ligne d'alimentation du moteur du pompage d'eau devront être installées par des professionnels.

4.2 Public concerné

Deux types de formation peuvent être envisagés : l'une adressée à de futurs électriciens, l'autre aux personnels de la coopérative sur les précautions et l'usage des équipements électriques.

4.2 Durée prévue :

La durée et les lieux de formation, incluant le site, seront à arrêter avec le formateur retenu.

4.3 Profil du formateur - résultat attendu :

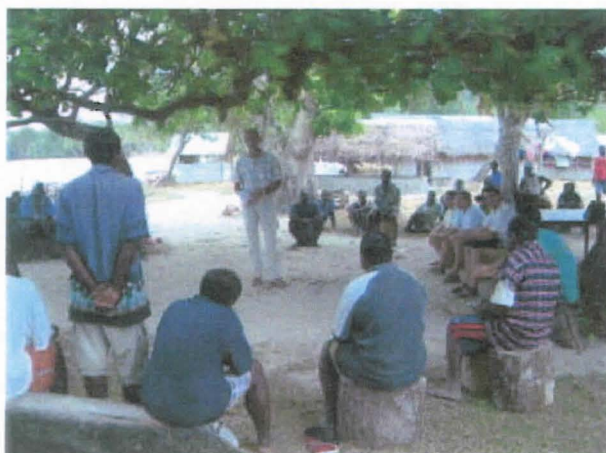
On pense à l'appui d'UNELCO.

Là aussi, les manuels de fonctionnement et d'entretien devront être établis.

5. Une recommandation : la formation continue.

On le perçoit très bien pour la production et la distribution d'électricité, un contrat devra être conclu avec UNELCO pour ses services et son assistance. Il inclura la formation de départ et on ne saurait trop recommander de prévoir une formation continue sous des formes et des durées à définir. Ce pourrait être des sessions semestrielles à Port Olry ou dans les locaux d'UNELCO. De

la même manière pour les autres domaines, la presse et le cocofuel, les mêmes types de formations continues devraient être prévues.



Réunion de restitution à Port Olry avant le départ de la mission

ANNEXE 12

Fonctionnement du Comité Eau de Port Olry

Le Comité Eau s'est constitué dans les années 70, afin de gérer les équipements de forage, de stockage et de distribution de l'eau mis en place par le Gouvernement. Le forage, peu profond (une dizaine de mètres), fonctionne avec une pompe mécanique immergée, actionnée par un arbre vertical mu par un moteur diesel. L'eau est envoyée dans deux châteaux d'eau par des pipes Pvc, à partir desquels l'eau est distribuée dans les différents quartiers.

Les villageois se sont organisés sous forme d'un Comité pour assurer la gestion des équipements et le service de distribution de l'eau. Le Comité collecte les cotisations auprès des adhérents et finance les différentes activités inhérentes au service de distribution de l'eau. Les principaux postes de dépense sont l'exhaure, l'achat de gazole, le salaire du mécanicien qui opère le moteur, et la constitution d'une réserve de trésorerie pour pouvoir réparer en cas de panne, voire remplacer la pompe ou le moteur. Le Comité a désigné un responsable pour le suivi des différentes opérations.

Il est à noter que, pour des raisons techniques et historiques, l'un des 5 secteurs géographiques du Village, le secteur 1, n'adhère plus au Comité, mais a mis en place sa propre organisation : achat d'un fût de gasoil 2 ou 3 fois par an financé par les bénéfices d'une kermesse et paiement du mécanicien responsable du moteur du forage quand le château d'eau doit être rempli.

Le mode de fonctionnement du Comité est le suivant :

- Chaque adulte de plus de 18 ans résidant à Port Olry doit verser une cotisation de 200 vatus par trimestre ; la collecte est à la charge du responsable du Comité ; il ne semble pas trop difficile de récupérer les cotisations des bénéficiaires, même s'il y a quelques récalcitrants : la publication de la liste des mauvais payeurs par voie d'affiche est un contrôle social plutôt efficace ;
- Le Comité dispose d'une trésorerie destinée à faire face à d'éventuelles pannes. Les caisses étaient vides quand le nouveau responsable du Comité a pris ses fonctions il y a deux ans, mais cela va beaucoup mieux maintenant ;
- Quand la citerne principale du village (celle qui dessert 4 secteurs / 5 à l'exception du secteur 1) est vide, le mécanicien patenté va au forage avec un bidon de Gazole et démarre le moteur ; il faut environ 12 heures pour remplir la citerne, ce qui correspond à une consommation de 10 litres de gazole ;
- Le pompage est réalisé environ 190 heures/mois, ce qui correspond à une consommation de 2 fûts par trimestre environ. L'achat du gazole est assuré par le Comité.

Quelques remarques en relation avec le projet de mini-huilerie

La mise en place du projet de mini-huilerie aura une incidence sur le fonctionnement du Comité Eau. Deux remarques peuvent être formulées à ce sujet :

- Il y aurait sans doute un gain pour les villageois à ce que la motorisation passe du diesel à l'électrique, tant au niveau de la fiabilité (moins de pannes) que des coûts. Un moteur électrique n'entraîne que peu d'entretien, pas de gestion de stocks, et l'énergie est

globalement moins chère si le kWh n'est pas vendu trop cher par la Coopérative. Resterait tout de même à acheter un moteur électrique ...

- Actuellement, on attend que la citerne soit vide pour pomper, et le pompage dure alors 12 heures. Il serait préférable d'assurer le pompage pendant les 8 heures de fonctionnement du groupe cinq jours par semaine. Soit 4 jours pour le Comité et 1 jour pour la citerne du Secteur 1.

ANNEXE 13

Analyse des cours mondiaux et des prix payés aux producteurs de coprah

Evolution comparée des cours mondiaux du coprah et de l'huile

	Cours mondial CNO (1)	Cours mondial coprah (1)	Ratio cours mondial coprah/CNO
Janvier 2003	494	311	63 %
Février 2003	477	309	65 %
Mars 2003	441	291	66 %
Avril 2003	421	273	65 %
Mai 2003	440	276	63 %
Juin 2003	459	279	61 %
Juillet 2003	439	279	64 %
Août 2003	421	275	65 %
Septembre 2003	431	274	64 %
Octobre 2003	480	308	64 %
Novembre 2003	515	335	65 %
Décembre 2003	583	400	69 %
Janvier 2004	624	419	67 %

(1) en US \$ CAF par tonne, source Oil World

La lecture du tableau appelle les commentaires suivants :

- Les cours mondiaux du coprah et de l'huile ont connu un fléchissement en début d'année 2003, et ils sont restés bas d'avril à septembre : le cours de l'huile a oscillé au cours de cette période entre 420 et 460 US \$ la tonne ; le cours du coprah quant à lui est resté stable entre 270 et 280 US \$ la tonne ;
- Les cours mondiaux sont nettement remontés à partir d'octobre 2003, pour une hausse de l'ordre de 50 % entre septembre 2003 et janvier 2004 ; cette hausse, qui est commune aux oléagineux en général, s'explique par d'importantes pertes de récolte et la perspective d'une production insuffisante en 2004 ;
- Le ratio du cours mondial du coprah sur le cours mondial de l'huile oscille entre 61 et 69 %, mais le plus souvent dans la bande beaucoup plus étroite 64-66 %. Ce ratio est très favorable au coprah car, avec un taux d'extraction de l'huile de l'ordre de 60 %, la matière première est plus valorisée que le produit fini après trituration. Cela s'explique par le fait que les coûts de mise à CAF sont plus élevés pour le coprah que pour l'huile, mais aussi par le fait que les industries des Philippines et de l'Indonésie tirent vers le bas les coûts de trituration. Dans ce contexte, l'activité de trituration est peu rentable pour un pays comme le Vanuatu.

Comparaison du cours mondial du coprah et du prix payé au producteur

	Cours mondial coprah (1)	Prix d'achat COPV en vatus (2)	Prix d'achat COPV en \$ (3)	Ratio prix COPV/ cours mondial
Janvier 2003	311	25	187	60 %
Février 2003	309	25	187	60 %
Mars 2003	291	25	187	64 %
Avril 2003	273	25 puis 23	192 puis 177	70 puis 65 %
Mai 2003	276	23 puis 25	177 puis 192	64 puis 69 %
Juin 2003	279	25	192	69 %
Juillet 2003	279	23	184	66 %
Août 2003	275	23 puis 24	188 puis 197	68 puis 72 %
Septembre 2003	274	24 puis 22,5	197 puis 184	72 puis 67 %
Octobre 2003	308	22,5 puis 23	189 puis 193	61 puis 63 %
Novembre 2003	335	23	198	59 %
Décembre 2003	400	25 puis 26	221 puis 230	55 puis 57 %
Janvier 2004	419	29	263	63 %

(1) en US \$ CAF par tonne, source Oil World

(2) en milliers de vatus par tonne, source COPV

(3) en US \$ par tonne, après conversion par taux de change communiqué par la Banque du Vanuatu

Ce deuxième tableau présente l'évolution comparée du cours mondial du coprah et du prix payé au producteur par le COPV

- Le prix payé par COPV suit avec un léger différé les fluctuations du marché mondial : le prix COPV a oscillé entre 22.500 et 25.000 vatus la tonne au cours de l'année 2003, pendant que le cours mondial oscillait entre 275 et 335 \$. La variation du prix payé au producteur pendant la période avril-septembre, alors même que le cours mondial du coprah est resté particulièrement stable, montre que COPV s'aligne plus sur le cours de l'huile que sur celui du coprah pour acheter sa matière première, ce qui est logique puisque son produit final est de l'huile ;
- COPV a répercuté la forte hausse de la fin de l'année 2003 avec un retard de quelques mois et de manière progressive. La hausse répercutée par le COPV est toutefois plus importante que ne le laisse voir la variation des prix en vatus, car il faut tenir compte d'une appréciation sensible et continue du vatu par rapport au dollar au cours du deuxième semestre 2003 ;
- Le prix payé au producteur représente de l'ordre de 60 à 70 % de la valeur du cours mondial. Ce ratio a plutôt été dans la partie haute de la fourchette (aux alentours de 70 %) en milieu d'année, quand le cours mondial était au plus bas ; le ratio a nettement baissé en fin d'année du fait de la répercussion décalée de la hausse des cours par COPV, avant de revenir progressivement vers le milieu de la fourchette de variation.

ANNEXE 14

Prix indicatifs des matériels

Selon propositions commerciales répondant au cahier des charges
ET en fonction des entreprises ayant répondu aux demandes de devis

Groupage des matériels pour expédition Luganville

Les coûts d'expédition dépendent du nombre, poids et volumes des équipements. On ne peut donner ici qu'une première estimation tenant compte des matériels des propositions 1 et 2.

Prix hors frais de douane

- Transport bord de navire Luganville, assurance comprise : 6 200 €
En conteneur de groupage ; estimation proposition n°1
- Transport bord de navire Luganville, assurance comprise : 7 500 €
En conteneur de groupage ; estimation proposition n°2

Groupe électrogène fonctionnant au cocofuel

Fournisseur : Energie Relais, Gellainville - France

Ces groupes sont complets prêts à fonctionner avec réservoir à huile de coprah, réservoir à fuel, batteries, échappement, armoire de contrôle et de sortie puissance, automatisme de passage huile de coprah-fuel. Ils sont par ailleurs garantis un an.

Prix EXW

- Groupe 23 KVA : 29 900 €
Pièces de rechange pour 2 ans : 3 000 €
- Groupe 29 KVA : 33 336 €
Pièces de rechange pour 2 ans : 3 000 €
- Groupe 36 KVA : 35 200 €
Pièces de rechange pour 2 ans : 3 000 €
- Groupe 45 KVA : 39 200 €
Pièces de rechange pour 2 ans : 3 000 €
- Groupe 90 KVA : 55 850 €
Pièces de rechange pour 2 ans : 4 000 €

Rappel des charges relatives aux groupes électrogènes (voir annexe 5) :

- Doit être apte à utiliser de l'huile de coprah comme carburant. Des références seront demandées. La garantie constructeur devra être assurée pour cet usage.
- Doit être apte à utiliser du fuel comme carburant
- Avec l'un des deux carburants ou tout mélange de ceux-ci le groupe doit assurer XX à XX KVA, en service continu.
- L'huile pouvant figer compte tenu des conditions météo de Port Olry, le groupe doit inclure un système permettant l'utilisation de l'huile du réservoir journalier en moins de 15 minutes.
- L'alternateur : sortie 3 phases + neutre + terre. 400 V, 50 Hz, imprégnation tropicale.
- L'offre doit inclure les accessoires permettant la mise en œuvre sur le site (échappement, anneau de levage, batteries,...)
- L'offre inclura une armoire de commande déportée avec câblerie de 12 mètres minimum.
- L'offre détaillera et chiffrera les pièces détachées pour 3000 heures.

Presses à huile artisanales

Fournisseur 1 : TÄBY - Ets LAPLACE PAU - France

Les presses suédoises Täby type 70 et 90 répondent respectivement au cahier des charges des propositions 1 et 2. Ces modèles sont déjà utilisés à la production d'huile de coprah dans le Pacifique Sud.

Prix EXW

- Presse Täby 55 ; 15 kg/h de coprah broyé : 6 000 €
Pièces de rechange pour 2 ans : 700 €
- Presse Täby 70 ; 25 kg/h de coprah broyé : 8 000 €
Pièces de rechange pour 2 ans : 800 €
- Presse Täby 90 ; 50 kg/h de coprah broyé : 12 000 €
Pièces de rechange pour 2 ans : 1 000 €

Fournisseur 2 : De Smet ROSEDOWNS KINGSTON Upon HULL - Royaume Uni

Les presses type MINI 40 et MINI 100 peuvent être équipées pour le coprah avec de bonnes performances. Elles sont, elles aussi, utilisées dans le Pacifique Sud.

Prix EXW

- Presse MINI 40 ; 40 kg/h de coprah broyé : 12 000 €
Pièces de rechange pour 2 ans : 1 600 €
- Presse MINI 100; 100 kg/h de coprah broyé : 22 000 €
Pièces de rechange pour 2 ans : 2 000 €

Fournisseur 3 : MECANIQUE MODERNE ARRAS - France

Prix EXW

- Unité FIXHA; 120 kg/h de coprah broyé : 67 170 €
Pièces de rechange pour 2 ans : 7 000 €

Les unités type FIXHA peuvent être équipées pour le coprah avec de bonnes performances. Elles sont utilisées dans l'Océan Indien.

Rappel des charges relatives aux presses (voir annexe 5) :

- Equipées pour du coprah broyé (granulométrie 1 à 2 cm.)
- Références avec du coprah et mention des capacités et taux d'extraction.
- Capacités : (coprah/h.)
 - proposition n° 1 : 25 à 40 kg/heure +
 - proposition n° 2 : 60 à 80 kg/heure.
- Moteur électrique 240/400 V, 50 Hz, triphasé, imprégnation tropicale.
- Préchauffage du corps de presse souhaité.

Unité de broyage du coprah

Fournisseur : SA RENE TOY MONTOIRE - France

Il existe plusieurs fabricants de broyeurs pouvant respecter le cahier des charges. Celui-ci présente l'avantage d'être équipé de roues le rendant facilement mobile.

Prix EXW

- Broyeur type JUNIOR; 200 kg/h sur coprah : 1 500 €
Pièces de rechange pour 2 ans : 300 €

Rappel des charges relatives au broyeur (voir annexe 5) :

- broyeur à marteaux, grille pour granulométrie 1 à 2 cm
- capacité : 100 kg par heure minimum.
- moteur électrique 240/400 V triphasé, 50 Hz, imprégnation tropicale.
- commutateur/disjoncteur fourni.

Unité de filtration de l'huile de coprah

Fournisseur : ETP Orléans - France

Pour filtrer des quantités d'huile brute de coprah de 60 à 200 litres par jour (pour respectivement la proposition 1 et la proposition 2), il n'existe pas d'offre commerciale standard. La Société ETP ne fabrique pas mais assemble des éléments industriels de grande diffusion. C'est à notre avis une garantie de durabilité.

Prix EXW

- Unité de traitement et filtration d'huile brute de coprah : 5 000 €
Mode discontinu ; capacités : voir cahier des charges

Rappel des charges relatives aux unités de filtration (voir annexe 5) :

- Réserve de décantation de l'huile sortie de presse de 100 litres.
- Première filtration jusqu'à 100 μ m

- Réserve d'huile première filtration : 200 litres
- Seconde filtration pour usage carburant 10 μ m
- Débit minimum des pompes de transfert : 500 l/heure
- Pompe à moteur triphasé, 240/400V, 50 Hz, imprégnation tropicale.

Station service taxis

Fournisseur : ENERGIE RELAIS Gellainville - France

Prix EXW

- Ensemble de stockage-conditionnement-distribution 1000 l/h : 3 600 €
Pour mélanges fuel/huile de coprah, voir cahier des charges.

Rappel des charges relatives à la production de cocofuel pour les taxis (voir annexe 5) :

- Une cuve de 1500 litres pour le stockage de l'huile de coprah.
 - Un ensemble type pompe de fût pour fuel avec filtre 10 μ m.
 - Une cuve d'environ 100 litres de capacité munie de :
 - une échelle visible de graduations volumiques
 - un système de défigeage pour 60 litres d'huile de coprah
 - un système mélangeur huile de coprah/fioul
 - Un poste de distribution comprenant : un volucompteur compatible avec des fluides type huile végétale et un pistolet gâchette pour réservoir d'automobile. Débit minimum 1000 litres/heure.
- Alimentations électriques mono ou triphasées 240V/400V, 50 Hz, imprégnation tropicale.

Kits d'adaptation des taxis pour rouler au cocofuel

Fournisseur : ENERGIE RELAIS Gellainville - France

Chaque kit se compose d'un filtre adapté à la viscosité plus élevée de l'huile de coprah. Ces filtres doivent inclure un système de réchauffage sur batterie afin de défiger l'huile de coprah solidifiée quand la température ambiante est basse. La pompe électrique de gavage doit accepter l'huile de coprah.

Ces fournitures peuvent se trouver chez plusieurs revendeurs, nous proposons Energie Relais parce qu'il a déjà fourni des kits de qualité en France et en Nouvelle Calédonie.

Prix EXW

- Kit d'adaptation des taxis de Port Olry au cocofuel : 550 € par kit

Rappel des charges (voir annexe 5) :

Ensemble de pièces pour l'adaptation des taxis. Dix kits à fournir composés de :

- Un filtre à carburant à forte perméabilité et incluant un réchauffeur électrique 12Vdc.
- Un échangeur de chaleur eau/carburant, en ligne en amont du filtre.
- Une pompe électrique 12Vdc de gavage.
- 10 éléments filtrants de rechange (18 mois par taxi).

Moteur électrique pour le forage de Port Olry

Fournisseur : ENERGIE RELAIS Gellainville - France

Prix EXW

- Moteur asynchrone triphasé, 4 kW ; 1500 tr/mn : 600 €
Cable 3P+N, longueur 100 m.

Rappel des charges relatives au moteur électrique du forage d'eau (voir annexe 5) :

- Moteur asynchrone triphasé 240/400V, 50 Hz, puissance 4 kW, imprégnation tropicale.
Fixation à pattes, montage IM 1001, CEI 34-7. Sortie poulie.
- Câble 3P+N, longueur 100 mètres (à revoir selon implantation du bâtiment).

Machine à glace pour conservation du poisson

Fournisseur 1 : GENEGLACE Bouguenais - France

Le fournisseur propose un équipement qui répond au cahier des charges. Il comprend un stockage de 300 kg de glace écaïlle.

Prix EXW

- Machine à glace écaïlle C11S, 350 kg par 24 h. : 11 000 €
Stockage 300 kg.

Fournisseur 2 : ZIEGRA Isernhagen - Allemagne

Le fournisseur propose un équipement qui répond au cahier des charges. Il comprend un stockage de 400 kg de glace écaïlle.

Prix FOB port allemand

- Machine à glace écaïlle ZBE 550-400, 550 kg par 24 h. : 13 900 €
Stockage 400 kg.

Rappel des charges relatives à la machine à glace pour les pêcheurs (voir annexe 5) :

- Une machine produisant de la glace écaïlle pour des besoins de 150 kg par 24 heures.
- Capacité de stockage de la réserve de glace écaïlle : 100 kg.
- Alimentation électrique : triphasé, 240/400V, 50 Hz, imprégnation tropicale.

ANNEXE 15

Description des équipements nécessaires à la production d'huile de coprah et à la fourniture d'électricité

Les coûts des bâtiments ne sont pas pris en compte.

Tous les prix sont départ usine (EXW).

Pour une mobilisation de 12 à 25 tonnes de coprah par an

- Presse 15 kg/h+ pièces détachées 2 ans :	6 700 €
- Broyeur coprah + filtration :	7 000 €
- Groupe électrogène 23 KVA :	30 000 €
- Pièces détachées groupe 2 ans :	3 000 €
- Transport :	4 140 €

Total : 50 840 €
(7,06 millions de vatus)

Pour mémoire :

- Moteur électrique + câble forage eau :	600 €
- Machine à glace pêcheurs :	12 000 €
- Transport :	2 070 €

Total : 14 670 €
(2,04 millions de vatus)

Pour une mobilisation de 25 à 45 tonnes de coprah par an

- Presse 25 kg/h+ pièces détachées 2 ans :	8 800 €
- Broyeur coprah + filtration :	7 000 €
- Groupe électrogène 23 KVA :	30 000 €
- Pièces détachées groupe 2 ans :	3 000 €
- Transport :	4 140 €

Total : 52 940 €
(7,35 millions de vatus)

Pour mémoire :

- Moteur électrique + câble forage eau :	600 €
- Machine à glace pêcheurs :	12 000 €
- Transport :	2 070 €

Total : 14 670 €
(2,04 millions de vatus)

Pour une mobilisation de 45 à 90 tonnes de coprah par an

- Presse 50 kg/h+ pièces détachées 2 ans :	13 000 €
- Broyeur coprah + filtration :	7 500 €
- Groupe électrogène 29 KVA :	33 300 €
- Pièces détachées groupe 2 ans :	3 000 €
- Transport :	4 140 €

Total : 60 940 €
(8,47 millions de vatus)

Pour mémoire :

- Moteur électrique + câble forage eau :	600 €
- Machine à glace pêcheurs :	12 000 €
- Kits modification 10 taxis :	6 000 €
- Station service cocofuel :	3 600 €
- Transport :	2 870 €

Total : 25 070 €
(3,48 millions de vatus)

Pour une mobilisation de 90 à 110 tonnes de coprah par an

- Presse 100 kg/h+ pièces détachées 2 ans :	25 000 €
- Broyeur coprah + filtration :	10 000 €
- Groupe électrogène 36 KVA :	35 200 €
- Pièces détachées groupe 2 ans :	3 000 €
- Transport :	5 200 €

Total : 78 400 €
(10,9 millions de vatus)

Pour mémoire :

- Moteur électrique + câble forage eau :	600 €
- Machine à glace pêcheurs :	12 000 €
- Kits modification 10 taxis :	6 000 €
- Station service cocofuel :	3 600 €
- Transport :	2 870 €

Total : 25 070 €
(3,48 millions de vatus)

Pour une mobilisation de 110 à 180 tonnes de coprah par an

- Presse 100 kg/h+ pièces détachées 2 ans :	25 000 €
- Broyeur coprah + filtration :	10 000 €
- Groupe électrogène 45 KVA :	39 200 €
- Pièces détachées groupe 2 ans :	3 000 €
- Transport :	5 200 €

Total : 82 400 €
(11,45 millions de vatus)

Pour mémoire :

- Moteur électrique + câble forage eau :	600 €
- Machine à glace pêcheurs :	12 000 €
- Kits modification 10 taxis :	6 000 €
- Station service cocofuel :	7 200 €
- Transport :	2 870 €

Total : 28 670 €
(3,98 millions de vatus)

Pour une mobilisation de 180 à 240 tonnes de coprah par an

- Presse 120 kg/h+ pièces détachées 2 ans :	74 170 €
- filtration :	3 600 €
- Groupe électrogène 45 KVA :	39 200 €
- Pièces détachées groupe 2 ans :	3 000 €
- Transport :	7 000 €

Total : 126 940 €
(17,64 millions de vatus)

Pour mémoire :

- Moteur électrique + câble forage eau :	600 €
- Machine à glace pêcheurs :	12 000 €
- Kits modification 10 taxis :	6 000 €
- Station service cocofuel :	7 200 €
- Transport :	2 870 €

Total : 28 670 €
(3,98 millions de vatus)

Rappel : électrification complète de Port Olry (voir annexe 6)

- Le coût de l'électrification de Port Olry a été estimé à 36,5 millions de vatus HT (262 810 €).
- Le surcoût dû au changement des deux groupes diesels par des groupes 100 % huile de coprah est de 7,6 millions de vatus (54 700 €).
- Le coût d'une huilerie de 240 tonnes/an construite à Port Olry est estimé à 15 millions de vatus, bâtiment inclus (108 000 €) ; option électrification uniquement.
- Le coût d'une huilerie de 350 tonnes/an construite à Port Olry est estimé à 27 millions de vatus, bâtiment inclus (194 400 €) ; option électrification + cocofuel pour les taxis.
-

ANNEXE 16

Modèle macro-économique sur l'utilisation du cocofuel à Port Olry

CALCUL DES COÛTS DE PRODUCTION DE L'HUILE ET DU KWH SELON CONFIGURATIONS

Trois variables influencent les coûts de production de l'huile et du kWh :
le prix d'achat du coprah, le prix de vente du tourteau et le tonnage de coprah trituré

CONFIGURATION n°1 : presse de 25 kg/h et groupe de 36 KVA

Pour une mobilisation de coprah entre 25 et 45 tonnes de coprah par an

Tonnage de coprah trituré, en T	35
Prix d'achat coprah, en vt/kg	30
Prix de vente tourteau, en vt/kg	15

Coût de production de l'huile, en vt/kg	140,2
Coût de production du kwh, en vt/kg	60,9

CONFIGURATION n°2 : presse de 50 kg/h et groupe de 36 KVA

Pour une mobilisation de coprah entre 45 et 100 tonnes de coprah par an

Tonnage de coprah trituré, en T	100
Prix d'achat coprah, en vt/kg	25
Prix de vente tourteau, en vt/kg	15

Coût de production de l'huile, en vt/kg	78,0
Coût de production du kwh, en vt/kg	33,9

CONFIGURATION n°3 : presse de 100 kg/h et groupe de 36 KVA

Pour une mobilisation de coprah entre 100 et 180 tonnes de coprah par an

Tonnage de coprah trituré, en T	160
Prix d'achat coprah, en vt/kg	26
Prix de vente tourteau, en vt/kg	15

Coût de production de l'huile, en vt/kg	67,3
Coût de production du kwh, en vt/kg	29,2

NB : la feuille de calcul éditée ci-après figure dans le CD ROM "Etude de faisabilité d'un projet de valorisation de l'huile de coprah à l'échelle villageoise" sous forme d'un fichier Excel

CONSEQUENCES MACRO-ECONOMIQUES
DE L'UTILISATION DE COCOFUEL A PORT OLRV

Les variables de commande sont indiquées en rouge
Leur modification manuelle entraine un changement de toutes les autres valeurs

kWh demandés	32 000	kWh/an
litres de cocofuel demandés par taxis	63 000	litres/an
Quantité de coprah utilisée pour kWh	27	tonnes/an
Quantité de coprah utilisée pour les taxis	122	tonnes/an
Quantités totales	149	tonnes/an

Bilan pour les habitants de Port Olry

prime obtenue par kg de coprah	4	vatus/kg
gain pour les coprahculteurs	597 337	vatus/an
prix d'achat du coprah par la coopérative	26	vatus/kg
coût de production du litre d'huile	69,0	vatus/litre
TVA sur cocofuel	8,6	vatus/litre
autres taxes sur cocofuel	10	vatus/litre
marge de la coopérative	5	vatus/litre
prix du cocofuel pour les taxis	92,7	vatus/litre
prix d'achat diesel à Luganville	115	vatus/litre
prix d'achat diesel à Port Olry	140	vatus/litre
coût d'adaptation des moteurs	80 000	vatus/taxi
changement des filtres	7 500	vatus/taxi/an
nombre de véhicules adaptés	10	taxis
amortissement annuel global pour l'adaptation	200 000	vatus/an
coût global de changement des filtres	75 000	vatus/an
économie de combustible pour les taxis	2 036 707	vatus/an
solde pour les taxis	1 761 707	vatus/an
saire versé pour le responsable de l'unité	396 000	vatus/an
saire versé pour les deux manœuvres	398 723	vatus/an
total des saires versés	794 723	vatus/an

coût de production du kWh	30,0	vatus/kWh
TVA sur kWh	4,2	vatus/kWh
marge de la coopérative	2	vatus/kWh
prix du kWh pour les habitants	36,2	vatus/kWh
économie pour les usagers actuels		
prix de revient actuel du kWh pour utilisateurs de gro	90	vatus/kWh
kWh produits par les groupes	1 150	kWh/mois
gain pour les utilisateurs de groupes	742 193	vatus/an
prix de revient actuel du kWh pour forage	64	vatus/kWh
énergie nécessaire au forage	550	kWh/mois
gain pour forage	183 362	vatus/an
nombre de barres de glace pour pêche	72	barres/semaine
coût des barres incluant transport	420	vatus/barre
coût annuel de la glace	1 572 480	vatus/an
coût de production barre de glace	86	vatus/barre
prix de vente barre glace aux pêcheurs	150	vatus/barre
gain pour les pêcheurs	1 010 880	vatus/an
gain de la coopérative sur vente de glace	239 181	
gain de la coopérative sur cocofuel	315 000	vatus/an
gain de la coopérative sur kWh	64 000	vatus/an
gain total pour la coopérative	618 181	vatus/an

Incidence sur la fiscalité

perte de recettes fiscales pétrolières	1 638 000	vatus/an
perte de TVA sur diesel	787 500	vatus/an
gain de TVA sur cocofuel	543 699	vatus/an
gain par autres taxes sur cocofuel	630 000	vatus/an
solde pour le gouvernement	- 1 251 801	vatus/an

Incidence sur balance commerciale

prix d'achat du litre de diesel par gouvernement	50	vatus/litre
réduction du déficit commercial	3 150 000	vatus/an